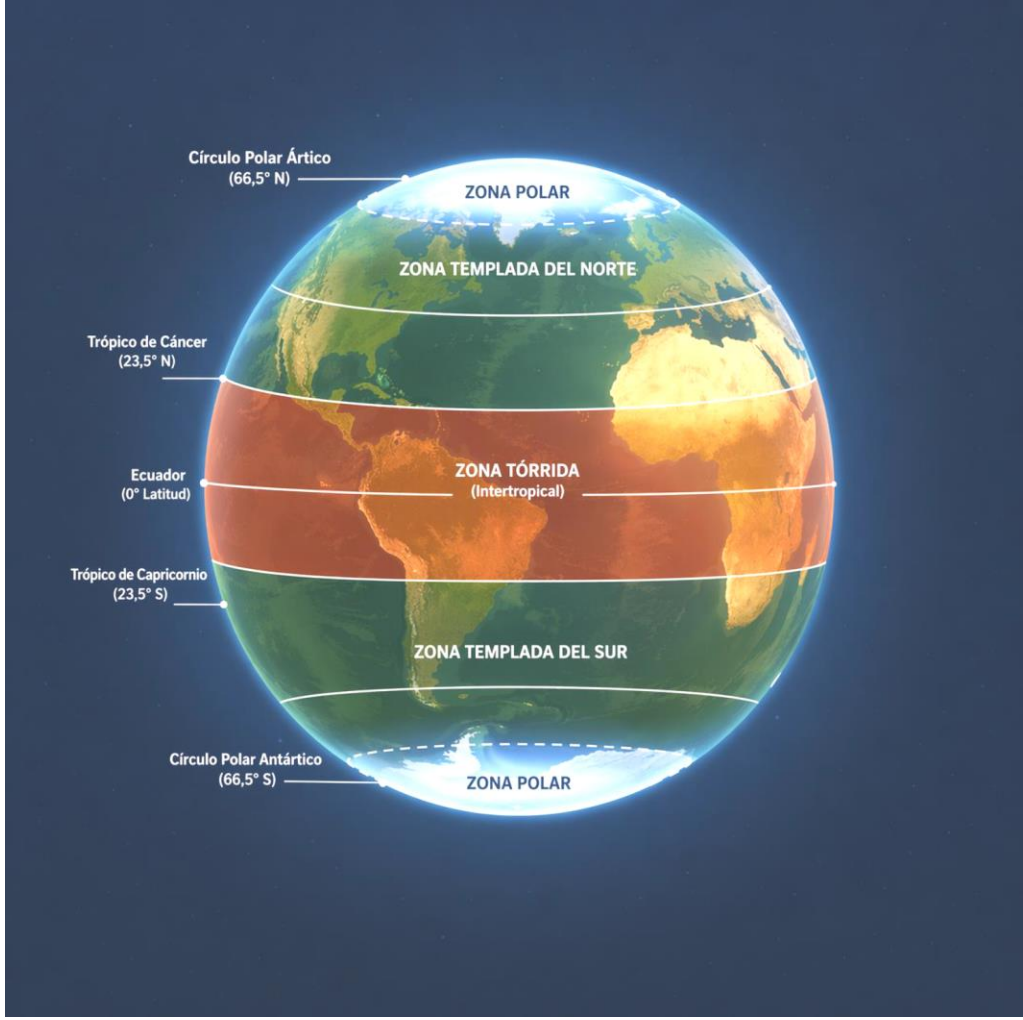
GEOGRAFÍA ASTRONÓMICA Y MATEMÁTICA

Protagonistas hispánicos

Mario Ruiz Morales.

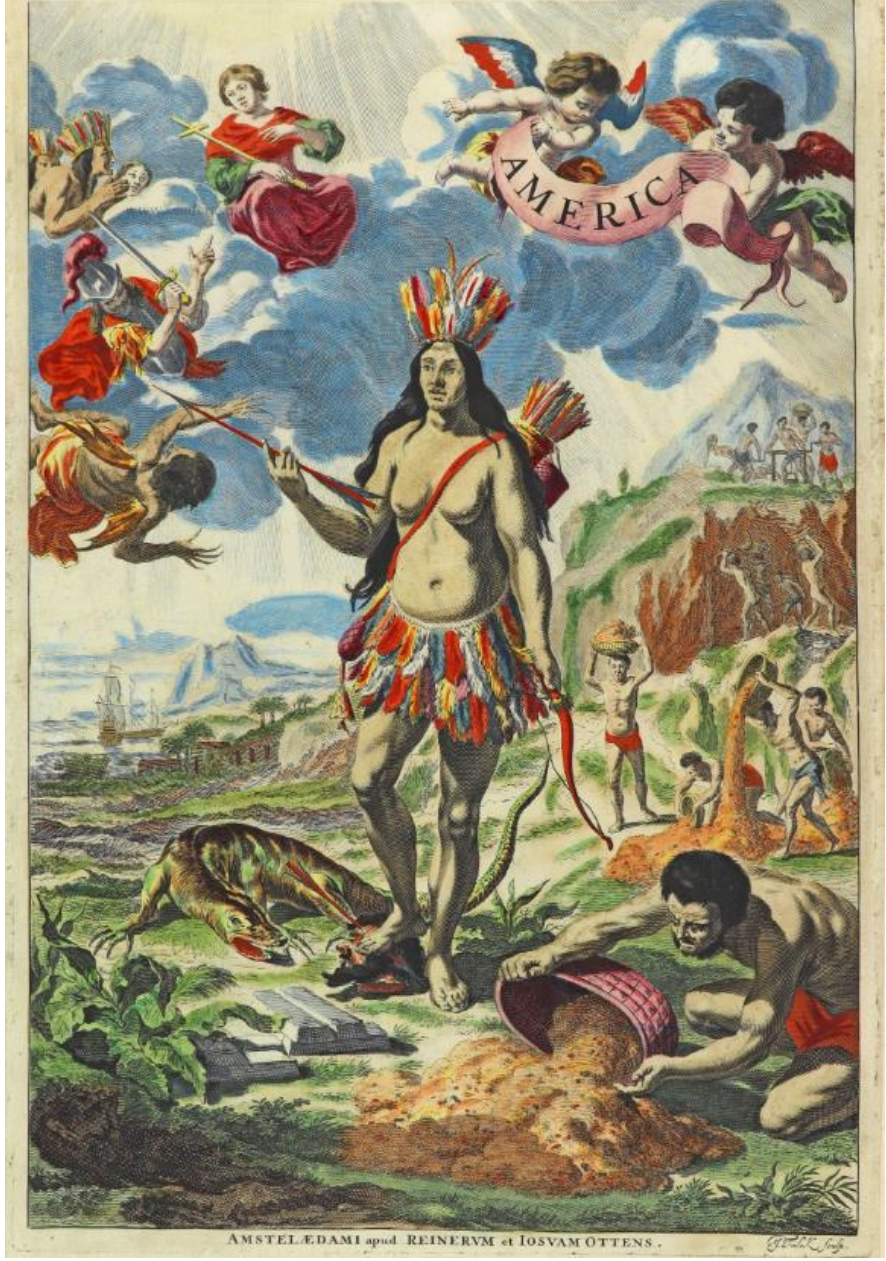
El estudio riguroso de la Tierra requiere considerarla como realmente es, un planeta menor del sistema solar, cuya dinámica rige sus dos movimientos fundamentales: el de rotación en torno a su eje y el de traslación alrededor del Sol; durante este último recorre el plano de la eclíptica, llamado así porque la Luna ha de estar muy cerca de él para que se produzca el eclipse. Asociados a tales movimientos están conceptos tan cotidianos como los de noche y día, el año y sus cuatro estaciones, intrínsecamente ligadas a los equinoccios y a los solsticios, unos conceptos astronómicos para cuya comprensión cabal se necesita el concurso de las matemáticas superiores propias de la mecánica celeste. Entre los círculos principales terrestres, sobresalen los meridianos

y los paralelos; siendo los primeros las intersecciones de la superficie de la Tierra con el conjunto de planos que contienen a su eje de rotación, mientras que los segundos son las intersecciones de dicha superficie con planos perpendiculares al mismo eje. Todos los meridianos son círculos máximos, al contrario que los paralelos, que son círculos menores, salvo el del ecuador que contiene al centro de la Tierra; este plano central forma con el de la eclíptica un ángulo (la oblicuidad de la eclíptica) que varía con el tiempo y que en la actualidad es próximo a los 23º 26´. Por otra parte, para complementar el referido estudio, habría que abordarlo también de manera local. De ahí que los filósofos clásicos dividieran la Tierra en zonas delimitadas por paralelos, entre los que consideraron cinco principales: ecuador, trópicos y polares. El ecuador es el paralelo principal, situándose a ambos lados del mismo los dos trópicos, el de Cáncer y el de Capricornio. Los dos círculos restantes son los polares, ártico y antártico, todos ellos son círculos esencialmente astronómicos, en tanto que los valores de su latitud están relacionados con el ángulo anterior. La de los trópicos, coincide con los valores extremos que alcanza la distancia angular del Sol al plano del ecuador: el máximo, 23º 26´, lo alcanza cuando se encuentra en el solsticio de verano (signo de Cáncer), y el mínimo -23º26´, cuando alcanza el solsticio de invierno (signo de Capricornio). Las latitudes de los círculos polares son las complementarias de las dos anteriores, es decir: círculo ártico (66º 34´) y círculo antártico (- 66º 34´). Las zonas esféricas asociadas a dichos círculos son las siguientes: tórrida o tropical, limitada por los dos trópicos, templadas, una por cada hemisferio,



limitada por el trópico y el polar más cercano, y polares, cuyo límite inferior coincide con el círculo polar respectivo (boreal y austral). Otra de las cuestiones que despertaron el interés de aquellos filósofos fueron las relativas a la forma y dimensiones de la Tierra, siendo varios los intentos de determinar estas últimas, desde que fueron conscientes de su esfericidad. Para solucionar el problema recurrieron a observaciones astronómicas y terrestres, con cuyos resultados llegaron a fijar un valor aproximado de la circunferencia terrestre; esa operación combinada, astronómica y topográfica, fue practicada desde tiempo inmemorial hasta la segunda mitad del siglo XX.En este caso también se requerían conocimientos matemáticos propios de la geometría y trigonometría esféricas. Más reciente fue el comienzo del estudio del campo gravitatorio terrestre y la medida de la intensidad del mismo; cuyo conocimiento propició en definitiva el imparable desarrollo de la geodesia espacial a través de los satélites artificiales.

Una vez conocida la figura y dimensiones de la Tierra, surgió de inmediato la necesidad de representarla, tanto de forma globular como sobre una superficie plana; siendo ambos objetivos de la cartografía. Las dimensiones tan considerables de la esfera terrestre, con un radio aproximado de 6371 km, impidieron la construcción de globos en los que pudiera plasmarse una información geográfica detallada. La consecuencia fue decantarse por el empleo generalizado de mapas y planos, como medio más adecuado para conseguir una imagen fiable del territorio. Las tres facetas del estudio de la Tierra, que se acaban de comentar, son el objetivo de la disciplina científica que unos denominan geografía astronómica y otros, geografía matemática; de ahí que el título del trabajo, que aquí se presenta, haya sido un compromiso entre ambos.



El estudio de la Tierra, en el sentido indicado, despertó desde tiempos muy pretéritos el interés de los prohombres que han dignificado muchas ramas del saber; un amplio colectivo en el que se integran: astrónomos, cartógrafos, filósofos, físicos, geodestas, geógrafos, geólogos historiadores, ingenieros y matemáticos. De todas sus aportaciones geográficas se han recopilado las más significativas, comentándolas y reproduciéndolas en algunas ocasiones; conformando un conjunto con más de trescientas reseñas, correspondientes a otros tantos autores, ordenadas alfabéticamente, que consta de más de tres mil doscientas páginas apaisadas. Una extensión tan considerable,

La Tierra vista desde la cápsula Orión, en los primeros días de abril de 2026, cuando viajaba hacia la Luna y equidistaba de ambas. La distancia media entre planeta y satélite se estima en unos 384000 km. La imagen la captó Reid Wiseman, comandante de la tripulación, cuando la Tierra eclipsó el Sol.

obedece a que todas ellas van iluminadas con reproducciones variadas: frontispicios, grabados diversos y portadas de muchas de las obras de los protagonistas. La inclusión de semejante muestra iconográfica ligada, de una u otra forma a la Tierra, puede ser considerada como una de las novedades más relevantes del volumen *GEOGRAFÍA ASTRONÓMICA Y MATEMÁTICA, una aproximación histórica*; el cual precede y engloba al que se ofrece a continuación. Únicamente se trata ahora de presentar al lector una selección de dicho volumen, que incluye a los protagonistas hispánicos: un grupo significativo, ordenado alfabéticamente. No obstante, ha de recordarse que varios de los autores foráneos también realizaron muchos de sus trabajos tanto en España como en Portugal: el francés Louis Godin, en la primera, y Martin Behaim, en la segunda son dos ejemplos relevantes. Concluyo la presentación haciendo mías las palabras de José Mariano Vallejo y Ortega, un matemático y geodesta granadino de pro: «La teoría de la Tierra se ha considerado en todo tiempo como uno de los importantes ramos de las ciencias, o al menos como el que tiene más íntima conexión con la existencia material del hombre…Por esta causa, parece que la primera necesidad intelectual de la especie humana era el reconocer la figura de la Tierra, determinar sus límites, y estudiar sus circunstancias». Asimismo, estoy plenamente convencido de que el lector instruido también las hará suyas, una vez que haya consultado el trabajo que ahora ve la luz.

ÍNDICE ONOMÁSTICO

ANTONIO AGUILAR Y VELA (1820-1882),
DIONISIO ALCALÁ GALIANO (1760-1805),
ALFONSO X EL SABIO (1221-1284),
ISIDORO ANTILLÓN Y MARZO (1778-1814),
AVERROES (1126-1198),
AL-ZARQALI (C.1029-1087),
IBN BAJJAH (C.1080-1139)
FELIPE BAUZÁ Y CAÑAS (1764-1834),
BEATO DE LIÉBANA (C. 730 - C. 798),
FERMÍN CABALLERO Y MORGÁEZ (1800-1876),
JUAN DE LA CRUZ CANO Y OLMEDILLA (1734-1790),
PEDRO CHACÓN (1525-1581),
JOSÉ CHAIX ISNIEL (1765-1809),
JERÓNIMO CHAVES (1523-1574),
GABRIEL CISCAR Y CISCAR (1760-1829),
SIMÓN DE ROJAS CLEMENTE Y RUBIO (1777-1827),
FRANCISCO COELLO DE PORTUGAL Y QUESADA (1822-1898),
HERNANDO COLÓN Y ENRÍQUEZ DE ARANA (1488-1539),
ABRAHAM CRESQUES (C.1325-C.1385) Y SU HIJO JAFUDÀ (C.1350-C.1425),
JOSÉ ESPINOSA Y TELLO (1763-1815),
PEDRO ESQUIVEL (? -CA.1570),
JOSÉ GALBIS RODRÍGUEZ (1868-1952),
CARLOS IBÁÑEZ E IBÁÑEZ DE IBERO (1825-1891),
VICENTE INGLADA ORS 81879-1949),
SAN ISIDORO DE SEVILLA (CA. 560-636),
JORGE JUAN Y SANTACILIA (1713-1773),
JOAO BAPTISTA LAVANHA (ca.. 1550-1624),
RAIMUNDO LULIO (CA. 1232-1316),
MAIMÓNIDES (1135/38 -1204),
ALEJANDRO MALASPINA Y MELILUPPI (1754-1810),
JOSÉ DE MENDOZA Y RÍOS (1761-1816),
MIGUEL MERINO Y MELCHOR (1831-1905),
JERÓNIMO MUÑOZ (CA.1540-1591),
VICENTE MUT Y ARMENGOL (1614-1687),
ELIO ANTONIO DE NEBRIJA (1444-1522),
PEDRO NUNES (1502-1578),
ANTONIO HUGO DE OMERIQUE (1631-1705),
PEDRO ALFONSO (1062-1140),
POMPONIO MELA (FIN SIGLO I A.C. – 47 D.C.),
MUHAMMAD IBN AL-RAQQAM AL-ANDALUSI (1250-1315),
JOSÉ RODRÍGUEZ GONZÁLEZ (1770-1824),
FRUTOS SAAVEDRA MENESES (1823-1868),
ALONSO DE SANTA CRUZ (1505-1567),
ABRAHAM BAR HIYYA SAVASORDA (1070-1136),
MIGUEL SERVET CONESA (1511-1553),
PEDRO DE TEIXEIRA ALBERNAS (CA. 1595-1662),
VICENTE TOFIÑO DE SAN MIGUEL Y VANDEWALLE (1732-1795),
ABU BAKR IBN TUFAYL (1105-1185),
ANTONIO DE ULLOA Y DE LA TORRE - GUIRAL (1716-1795),
ABRAHAM BEN SAMUEL ZACUTO (1452 ca. - 1515),
RODRIGO ZAMORANO (1542-1620),
BERNARDO JOSÉ ZARAGOZA Y VILLANOVA (1627-1679).

Antonio Aguilar y Vela (1820-1882)

Eminente astrónomo madrileño que refundó el Observatorio de Madrid, tras su desmantelamiento por los invasores franceses, dotándolo del instrumental necesario y realizando una importante labor investigadora. Igual de destacable fue la docencia, como catedrático, que impartió en diferentes universidades: Valladolid, Santiago de Compostela y Madrid. También es digno de mención el desempeño de su cargo de Secretario perpetuo de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Antonio Aguilar y Vela nació en Madrid y allí realizó sus primeros estudios, además de los de humanidades y filosofía en su universidad y en la de Alcalá de Henares. Sus actividades políticas le obligaron a emigrar a Francia, al finalizar la primera aguerra carlista; aprovechando su estancia para complementar su formación con los estudios de física y matemáticas en el *Collège Royal de la Marine de Angoulême*, el cual había sido creado por el rey Luis XVIII en el año 1816. En el año 1845 regresó a España, dedicándose a la enseñanza privada hasta que en 1847 obtuvo por oposición la Cátedra de Matemáticas Elementales en la Universidad de Valladolid; aunque poco después se trasladara a Santiago de Compostela, al haber accedido a la Cátedra de Matemáticas

Sublimes. La desastrosa situación del Observatorio de Madrid, cambió por el decidido empeño de Antonio Gil de Zárate, director general de Instrucción Pública, que trajo consigo la primera restauración del edificio de Villanueva (concluida en 1846) y un doble compromiso: formación de astrónomos y proporcionar a los mismos instrumentos necesarios, para que efectuasen las oportunas observaciones.

José María Avrial. Vista del conjunto del Observatorio Astronómico según la estampa publicada en la revista *El Artista*, 1835, tomo I.

El buen nombre de Aguilar y del matemático Eduardo Novella Contreras, hizo que ambos fuesen destinados al Observatorio de la Marina de San Fernando, en 1847, permaneciendo en él durante dos años; siendo el Capitán de fragata Francisco de Paula Márquez y Roco, el encargado de supervisar la formación de ambos. Finalizado ese periodo fueron comisionados para que visitasen diversos observatorios europeos, localizados en Alemania, Bélgica, Francia, Inglaterra e Italia, con objeto de recopilar información, establecer relaciones científicas y los contactos comerciales para adquirir el instrumental destinado al Observatorio de Madrid. Tales antecedentes fueron detallados en la Real Orden del 24 de septiembre de 1851, publicada en la Gaceta de Madrid (nº 6287. Marzo 30 de septiembre de 1851); por la que se dispuso la creación del Observatorio Astronómico, adscrito al Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas. Su declaración de intenciones reflejaba la preocupación del gobierno a ese respecto: «La creación de un Observatorio astronómico en esta corte ha sido uno de los mas constantes objetos de

Francisco Javier Parcerisa. Vista del conjunto del Observatorio Astronómico de Madrid hacia 1847. Museo de Historia de Madrid.

la solicitud de S. M., penetrada como está de la importancia que ha de tener tan útil establecimiento en el mundo científico, atendida la situación geográfica de Madrid y también la hermosura de su cielo, que, puro y despejado, permite hacer observaciones casi nunca interrumpidas. A este efecto, después de haber mandado que se concluyera el elegante edificio que, abandonado hacia ya muchos años, se estaba arruinando en el Buen-Retiro, tuvo á bien disponer que dos jóvenes catedráticos de los más aventajados en las ciencias exactas pasasen primero al Observatorio de San Fernando y después al extranjero, á fin de adquirir los conocimientos necesarios para ponerse al frente del proyectado establecimiento, contratar los mejores instrumentos y conocer personalmente á los mas célebres astrónomos de Europa, entablando con ellos las relaciones científicas que son indispensables si se han de emprender y llevar á cabo trabajos de alguna consideración e importancia».

N.° 6287. MARTES 30 DE SETIEMBRE DE 1851. 10 cuartos.

SALE TODOS LOS DIAS.

Se suscribe en MADRID en el despacho de la Imprenta nacional, y en las PROVINCIAS en todas las Administraciones de Correos.

Precios de suscricion en Madrid.

Por un año..... 260 rs.
Por medio año..... 130
Por tres meses..... 65
Por un mes..... 22

PRECIOS DE SUSCRICION.

En las provincias.

Por un año..... 360 rs.
Por medio año..... 180
Por tres meses..... 90

En Canarias y Baleares.

Por un año..... 400
Por medio año..... 200
Por tres meses..... 100

En Indias.

Por un año..... 440
Por medio año..... 220
Por tres meses..... 110

GACETA DE MADRID.

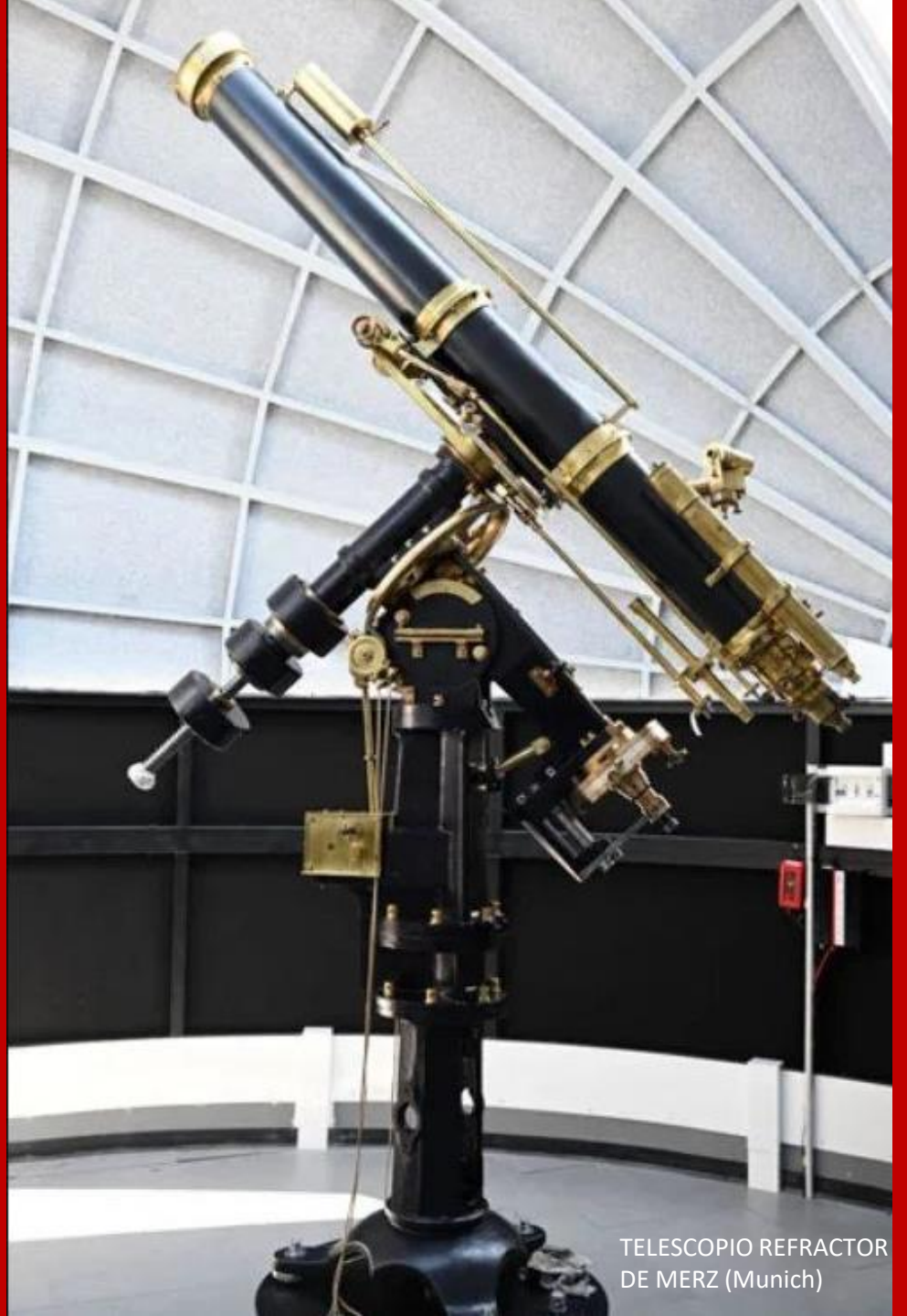
Cabecera de la Gaceta de Madrid, en la que se publicó la Real Orden por la que se creaba el Observatorio Astronómico del Retiro. A continuación, figuran sus cinco disposiciones: 1ª) Se procederá desde luego al establecimiento del Observatorio astronómico de Madrid, á cuyo efecto nombra S. M. astrónomos del mismo á *D. Antonio Aguilar y D. Eduardo Novellas*, dando al primero el carácter de *Director*, y debiendo tener á sus órdenes los Ayudantes y dependientes que se juzguen necesarios; 2ª) El mismo Observatorio será también meteorológico, encargándose de dirigir las operaciones de esta clase uno de los catedráticos de física de la Universidad de Madrid, el cual tendrá igualmente bajo sus órdenes los Ayudantes indispensables; 3ª) Para la colocación de los instrumentos ya adquiridos y de los que están contratados se harán en el edificio las obras necesarias, como asimismo las precisas para proporcionar habitación a los astrónomos, y dependientes, que deban vivir en el Observatorio; 4ª) Los astrónomos nombrados, además de los trabajos que exija el cumplimiento de sus observaciones como tales, darán anualmente en la Universidad un curso de astronomía, en la forma que determine el Gobierno; 5ª) El Director, del Observatorio se entenderá con el Ministerio de mi cargo en todo lo relativo al establecimiento, pero en lo qué respecta a la enseñanza, los dos profesores astrónomos formarán parte del claustro de la facultad de filosofía de la Universidad central y dependerán del Rector de la misma.

Aguilar tomó posesión como director del Observatorio en el mes de octubre de ese mismo año 1851, puesto que simultaneó con de Catedrático de Astronomía* de la Universidad de Madrid En los años siguientes fueron llegando al Observatorio los instrumentos recomendados, tanto por él como por Novella: en 1853, un teodolito universal de la firma alemana Repsold , un círculo meridiano de la misma casa, instalado en 1854, y un telescopio ecuatorial

* A partir del año 1857, pasó a denominarse Cátedra de Geodesia

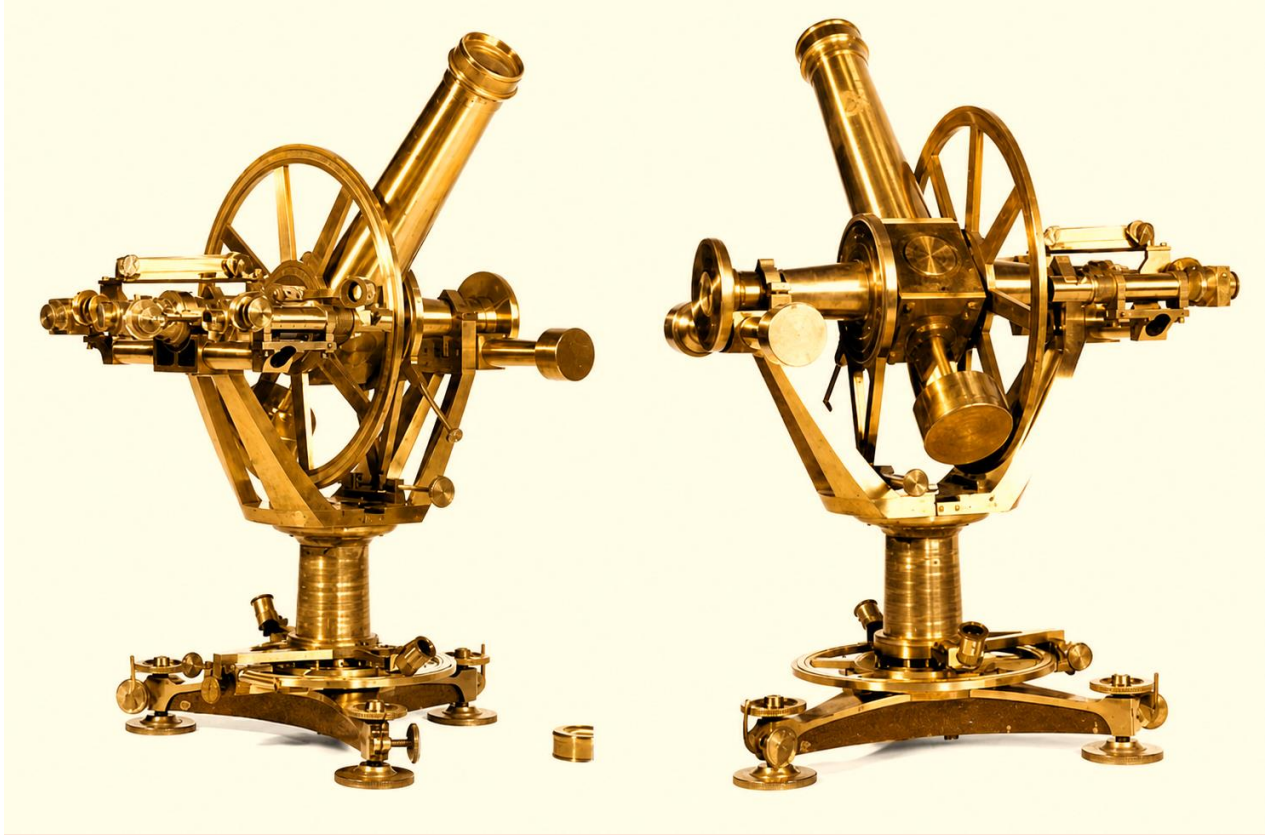
CIRCULO MERIDIANO REPSOLD

Observatorio Astronómico de Madrid



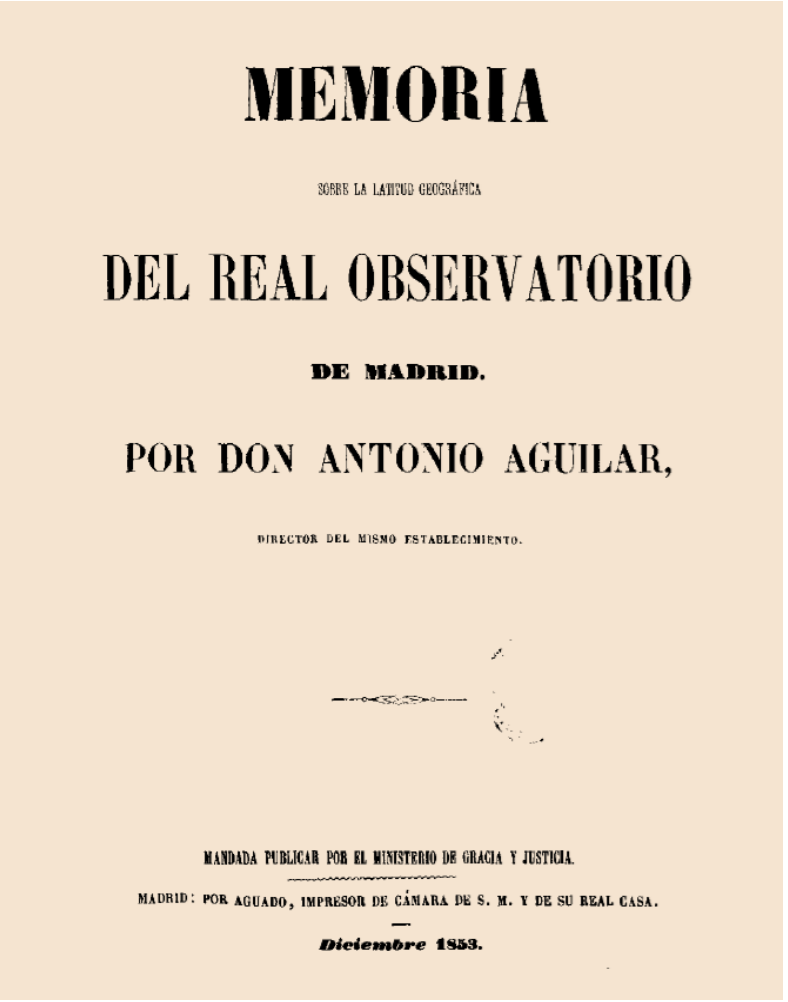
TELESCOPIO REFRACTOR
DE MERZ (Munich)

construido por Merz, con una distancia focal de 4.87m, el cual fue recepcionado en 1858. Una de las primeras tareas del observatorio fue la de hallar su latitud, lamentándose Aguilar de que no se hubiese podido determinar hasta el año 1853, en el que ya pudo disponer del teodolito construido en Hamburgo por los hermanos Repsold. De dicho instrumento se hizo una pormenorizada descripción en la memoria presentada por Aguilar al concluir las observaciones y cálculos oportunos: *Memoria sobre la latitud geográfica del Real Observatorio de Madrid, por Don Antonio Aguilar, Director del mismo establecimiento*, la cual fue publicada en diciembre de 1853 por el Ministerio de Gracia y Justicia. Llama la atención que, en el caso de Madrid, se conociese antes el valor de longitud que el de la latitud, tal como comentaba Aguilar al comienzo de su introducción: «Cuando se establece un Observatorio astronómico, el primer trabajo que debe emprenderse en él es la determinación exacta de su longitud y latitud geográficas. En cuanto á la longitud de Madrid es conocida con bastante aproximación, como veremos mas adelante; sin que esta sea una razón para que el Observatorio, por nuevas y muy repetidas observaciones, no trate de comprobar la exactitud de las determinaciones anteriores. No sucede lo mismo con su latitud, respecto de la cual no hay noticia de trabajo alguno hecho en el establecimiento con esto objeto*y las observaciones hechas en diferentes puntos de la población dan resultados tan discordes entre sí,



Teodolito universal construido, en Hamburgo, por los hermanos Repsold (Adolf y Johann George)

* Debemos exceptuar las observaciones hechas en los años 1850 y 1851 por la Comisión do la Carta geográfica de la provincia, cuyos resultados no han visto aún la luz pública.



MEMORIA

SOBRE LA LATITUD GEOGRÁFICA

DEL REAL OBSERVATORIO

DE MADRID.

POR DON ANTONIO AGUILAR,

DIRECTOR DEL MISMO ESTABLECIMIENTO.

MANDADA PUBLICAR POR EL MINISTERIO DE GRACIA Y JUSTICIA.

MADRID: POR AGUADO, IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M. Y DE SU REAL CASA.

Diciembre 1853.

que la capital de España se encuentra con una incertidumbre en su latitud de mas de un cuarto de minuto, cantidad muy considerable si se atiende al estado de perfección á que han llegado las observaciones astronómicas».

Aguilar partió del triángulo de posición, aunque de inmediato lo particularizara pa los instantes en que la estrella pasara por el meridiano del lugar o se encontrase primer vertical, ya que en tales casos se simplificaba el problema (en el primer supuesto el triángulo sería una recta , y en el segundo rectángulo en el cenit) y se podía calcular la latitud con mayor fiabilidad. En un principio se observó la estrella polar (*α Ursae minoris*), para continuar después con las de otras constelaciones: Dragón, Cefeo, Orión y *Canis* (mayor y menor). El proceso seguido por Aguilar fue riguroso, a tenor de sus propias palabras: « El número de observaciones de cada una de estas estrellas, es bastante considerable para que pueda mirarse el promedio como libre de los errores accidentales de observación. Al fin de cada serie pongo cuál es la probabilidad de cada uno de estos errores». Los valores intermedios de la latitud los expuso en diferentes tablas, una para cada una de las estrellas observadas, acompañándolas al final de un cuadro resumen

α URSÆ MINORIS *(polar)*.

1853.	Número de observaciones.	Latitudes sencillas.	Diferencias al promedio.	Latitudes combinadas.	Número de observaciones.
Junio 22	2	40°24′31″,8	−0″,7	40°24′31″,8	2
26	3	32″,1	−1″,0	32″,9	5
27	5	29″,4	+1″,7	30″,7	10
Julio 1	3	31″,6	−0″,5	30″,9	13
4	4	28″,9	+2″,2	30″,4	17
6	8	30″,3	+0″,8	30″,4	25
11	8	30″,9	+0″,2	30″,5	33
12	8	31″,4	−0″,3	30″,7	41
13	20	30″,7	+0″,4	30″,7	61
17	8	30″,5	+0″,8	30″,6	69
19	8	30″,2	+0″,9	30″,6	77
20	8	31″,2	−0″,1	30″,7	85
21	5	32″,9	−1″,8	30″,8	90
22	16	31″,5	−0″,4	30″,9	106
24	16	31″,3	−0″,2	31″,1	122
25	24	31″,8	−0″,7	31″,1	146
Agosto 7	8	31″,5	−0″,4	31″,1	154
9	26	31″,0	+0″,1	31″,1	180
10	9	29″,6	+1″,5	31″,0	189
11	12	28″,8	+2″,3	30″,9	201
12	13	30″,9	+0″,2	30″,9	214
13	32	31″,6	−0″,5	31″,0	246
14	32	31″,8	−0″,7	31″,1	278

en el que fijó el valor de la latitud en 40o 24´29´´.9, obtenido al promediar los obtenidos en un conjunto de 716 observaciones. No obstante, una vez tenidos en cuenta los errores observacionales, se modificarían los valores intermedios, aunque no resultase afectado el promedio final. La conclusión de Aguilar, fue la siguiente: «Por el gran número de observaciones que se han hecho y por la uniformidad que han presentado en sus resultados, creo que la latitud geográfica del lugar de la observación puede suponerse sin error sensible y dentro del límite de un segundo igual á»:

RESUMEN.

			Número de observaciones.
Al Norte.	α Ursæ minoris.	40° 24′ 31″,1	278
	β Ursæ minoris.	31″,7	18
	δ Draconis.	30″,4	16
	ε Cephei.	30″,5	42
Al Sur...	ε Orionis.	29″,1	170
	α Orionis.	29″,2	38
	α Canis majoris.	27″,3	88
	α Canis minoris.	29″,0	66

Promedio de 354 observaciones al Norte... 40° 24′ 31″,0

		Número de observaciones.	Distancias al promedio.
α Ursæ minoris.	40° 24′ 30″,1	278	—0″,2
β Ursæ minoris.	30,5	18	—0″,6
δ Draconis.	29,7	16	+0″,2
β Cephei.	29,8	42	+0″,1
β Orionis.	30,2	170	—0″,3
α Orionis.	30,0	38	—0″,1
α Canis majoris.	28,6	88	+1″,3
α Canis minoris.	29,9	66	+0″,0

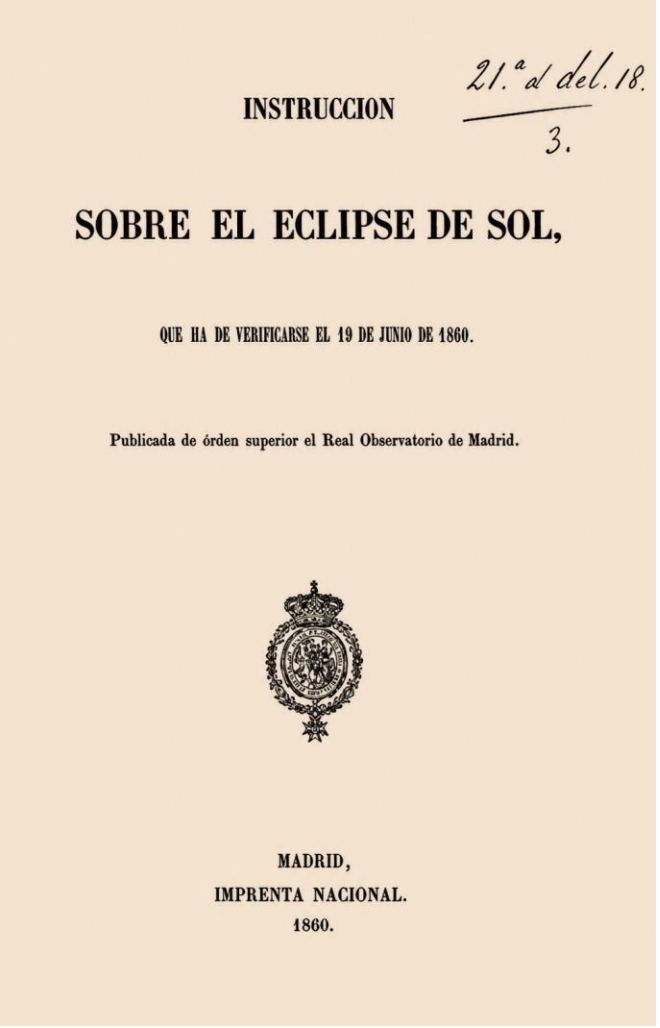
Promedio de 716 observaciones.. 40° 24′ 29″,9

	40° 24′ 29″,9
Reduccion al centro del Observatorio.....	0″,2
Latitud del centro del Observatorio.....	**40° 24′ 29″,7**

En el sexto apartado de la Memoria se resumen las determinaciones previas de la latitud de Madrid, comenzando con las efectuadas por Jorge Juan en 1748, que halló un valor de 40º25´6´´, y finalizando con la magnitud fijada por Pascual Madoz, en su celebrado diccionario, 40º24´35´´.8 ; posteriormente Aguilar promedió todos esos valores previos, fijando el valor en 40º 24´35´´.7. Esta publicación de Aguilar incorporó un interesante anexo dedicado a la longitud de Madrid, en el que indicaba que los intentos para obtener la diferencia de longitud

entre Madrid y París habían sido más numerosos que los realizados para calcular la latitud. Aguilar dividió su resumen en dos periodos, comprendiendo el primero el intervalo entre los años 1696 y 1788, abarcando el segundo el limitado por el año 1792 y el 1817; manifestando que solo promediaría las observaciones realizadas durante el segundo, «ya por referirse a eclipses de sol, ocultaciones de estrellas, ya por conocer la estación desde donde se verificaron las observaciones». Entre los protagonistas de la primera época han de recordarse a los jesuitas del Colegio Imperial, especialmente al padre Kresa; el cual observó el eclipse de luna que tuvo lugar el 16 de mayo de 1696, al igual que hizo De la Hire desde París, lo que permitió a ambos fijar la diferencia de longitudes entre las dos capitales en 23^m. También fueron protagonistas destacados Jorge Juan y Antonio de Ulloa, quienes, entre otros fenómenos, observaron en Madrid el el eclipse sol del 25 de junio de 1748, mientras que Bradley hizo lo propio desde Greenwich; los cálculos efectuados por Mechain arrojaron los resultados siguientes: Jorge Juan ($23^m\,45^s.2$) y Antonio de Ulloa ($23^m\,51^s.5$). Algunos oficiales de la marina, comandados por Tofiño, observaron varias ocultaciones de los satélites de Júpiter, obteniendo un valor medio de $24^m\,16^s$. El jesuita austriaco Franz de Paula Triesnecker encabezó la segunda época, atribuyéndole Aguilar diversas observaciones astronómicas en el año 1792, a saber: ocultación de Júpiter por la luna (28 de junio), eclipse solar (16 de septiembre) y ocultación de la estrella Aldebarán por la luna (31 de octubre); con los resultados respectivos de $24^m\,7^s$, $24^m\,11^s$ y $24^m\,5^s$. El mismo sacerdote observaría también el tránsito de Mercurio por el Sol, el día 7 de mayo de 1799, fijando la diferencia de longitudes entre Madrid y París en $24^m\,5^s.8$. Aguilar promedió los resultados obtenidos por todos los observadores en el segundo periodo, obteniendo la diferencia de longitudes entre el meridiano de París y el que pasa por el centro de la Plaza Mayor de Madrid: $24^m\,8^s.4$; asimismo dedujo que el Observatorio del Retiro estaba $4^s.8$ al Este de ella y $24^m\,3^s.6$ al Oeste de su homólogo de París. También fijó la posición del Observatorio de San Fernando: $34^m\,10^s.0$ al Oeste del de París y $10^m\,6^s.4$ al Oeste del de Madrid.

Ocultación de Júpiter por la Luna (15.7.2012)



INSTRUCCION

21.ª del. del. 18.
3.

SOBRE EL ECLIPSE DE SOL,

QUE HA DE VERIFICARSE EL 19 DE JUNIO DE 1860.

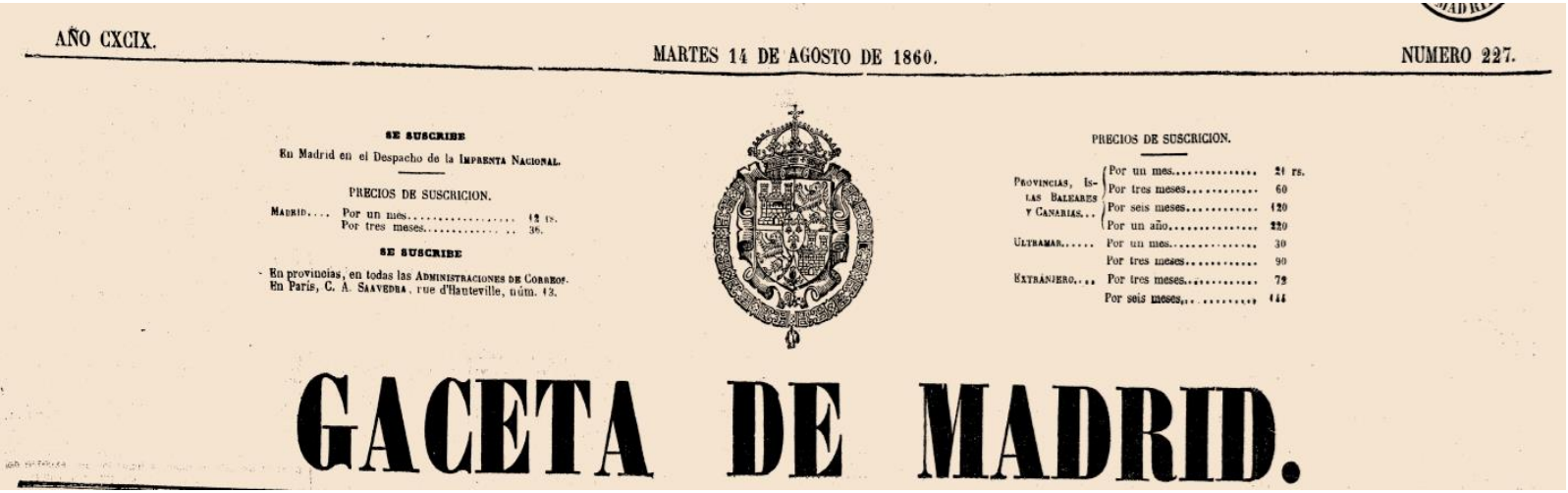
Publicada de órden superior el Real Observatorio de Madrid.

MADRID,
IMPRENTA NACIONAL.
1860.

El eclipse total de Sol que tuvo lugar el 18 de julio de 1860 fue uno de los fenómenos astronómicos más llamativos del siglo XIX, su incidencia en España fue sobresaliente ya que la franja de totalidad atravesó la península; fue además el primero en ser fotografiado con éxito. El papel jugado por el Observatorio de Madrid, bajo la dirección de A. Aguilar, marcó un hito significativo en la historia de la astronomía española. Por iniciativa gubernamental, preparó este un folleto explicativo que fue ampliamente difundido por toda Europa y que pretendió facilitar la estancia en nuestro país de los científicos que habían anunciado su intención de visitarlo: *Instrucción sobre el eclipse de Sol, que ha de verificarse el 18 de julio de 1860*. Su remisión fue valorada por todos ellos, como bien recordaba Aguilar, al referirse al director del Observatorio de Greenwich, en el mismo folleto: «Todos ellos se han manifestado agradecidos por la atención de nuestro Gobierno; muchos han traducido a sus respectivos idiomas la breve comunicación que á propósito de este asunto les dirigió el Observatorio; y entre otros Mr. Airy, director del de Greenwich, en el periódico científico titulado Noticias astronómicas mensuales (*Monthly notices &c.*) del 9 de Marzo, se expresa también sobre el particular en los más lisonjeros términos». Fueron muchos los astrónomos que

El Real Observatorio de Madrid en el año 1858

se desplazaron a España para observar el eclipse*, aunque solo se comentarán tres de tales observaciones: las dos que contaron con la presencia de los astrónomos del Observatorio de Madrid y la colaboración de astrónomos franceses e italianos; así como la tercera que fue dirigida por el astrónomo inglés Warren de la Rue y fue auspiciada por la Real Sociedad Astronómica de Londres. Los lugares elegidos fueron el Cerro Bartolo, en el Desierto de las Palmas (Castellón de la Plana), el Santuario del Moncayo (Zaragoza) y un promontorio de Rivabellosa (Álava). En los



AÑO CXCIX. MARTES 14 DE AGOSTO DE 1860. NUMERO 227.

SE SUSCRIBE
En Madrid en el Despacho de la IMPRENTA NACIONAL.

PRECIOS DE SUSCRICION.

MADRID.... Por un mes..... 12 rs.
Por tres meses..... 36.

SE SUSCRIBE
En provincias, en todas las ADMINISTRACIONES DE CORREOS.
En París, C. A. SAAVEDRA, rue d'Hauteville, núm. 13.

PRECIOS DE SUSCRICION.

PROVINCIAS, ISLAS BALEARES Y CANARIAS... Por un mes..... 24 rs. / Por tres meses..... 60 / Por seis meses..... 120 / Por un año..... 220
ULTRAMAR..... Por un mes..... 30 / Por tres meses..... 90
EXTRANJERO... Por tres meses..... 72 / Por seis meses..... 144

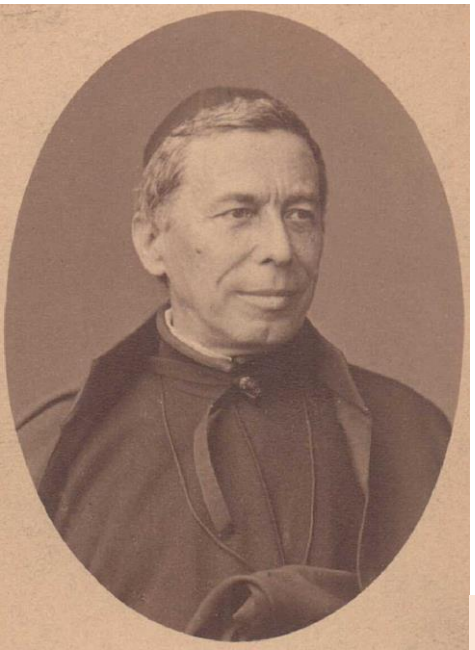
GACETA DE MADRID.

tres casos se hicieron las memorias correspondientes, dando cuenta del desarrollo y resultados de las observaciones astronómicas. No obstante, los dos astrónomos españoles implicados, A. Aguilar y E. Novella, adelantaron su contenido nada más concluir la operación; publicando cada uno de ellos un amplio resumen en la Gaceta de Madrid, haciéndolo el primero en la cubierta del número 227, editado el 14 de agosto de 1860. Aguilar completó su escrito el 26 de julio, tal como apuntaba el ministro de Fomento (el granadino Rafael de Bustos y Castilla-Portugal, Marqués de Corvera) en la Real Orden del 4 de agosto, con la que se presentó el trabajo del astrónomo, al mismo tiempo que lo homenajeaba en los términos siguientes: «la Reina (Q. D. G.) queda enterada de los lisonjeros resultados obtenidos en la observación del último eclipse de sol; y satisfecha del celo con que se han cumplido sus Reales órdenes, así como de la ilustración de que han dado insigne prueba el Director y Astrónomos y los Catedráticos de las Universidades é Institutos que han tomado parte en estos trabajos científicos,

*Entre los más notables cabe recordar a los siguientes: Otto Wilhelm von Struve (Director del Observatorio de Pulkovo, quien lo observó cerca de Bilbao; Alexei Sawitsch, Profesor de San Petersburgo, que dirigió otro grupo. El suizo Emile Plantamour (Rector de la Universidad de Ginebra), el cual lo observó en el Desierto de las Palmas, junto al astrónomo A. Aguilar. George Biddell Airy, Astrónomo Real británico, quien viajó junto a De la Rue y se instaló también cerca de Bilbao. Varios científicos de Prusia, Baviera, Portugal y de otras partes de Europa también participaron en lo que se conoció como una *invasión de astrónomos*.

juntamente con los más distinguidos sabios de Europa, S. M. se ha dignado mandar se den las gracias como en su Real nombre lo ejecuto, a los referidos Astrónomos y Profesores en testimonio del constante desvelo de S. M. por los adelantos de las ciencias y de la alta consideración que dispensa a los que tan dignamente las cultivan». Aguilar dirigió su escrito al Comisario regio del Observatorio, señalando al comienzo del mismo que la comisión española había sido acompañada por el jesuita italiano director del Observatorio anexo al Colegio Romano. Los trabajos efectuados por la misma, los estructuró en los siguientes apartados: 1º) Observaciones astronómicas para la determinación del tiempo local y de las fases del eclipse; 2º) Operaciones fotográficas para la fijación de estas mismas fases y especialmente de la totalidad del fenómeno; 3º) Estudio físico de la polarización y naturaleza de la luz de la corona; 4º) Idem sobre los colores y rayas del espectro solar; 5º) Observaciones magnéticas; 6º) Idem meteorológicos; 7º) Idem de varias clases y sobre

Antonio Gil de Zárate (1793-1861). Comisario regio del Observatorio de Madrid.



Pietro Angelo Secchi (1818-1878)

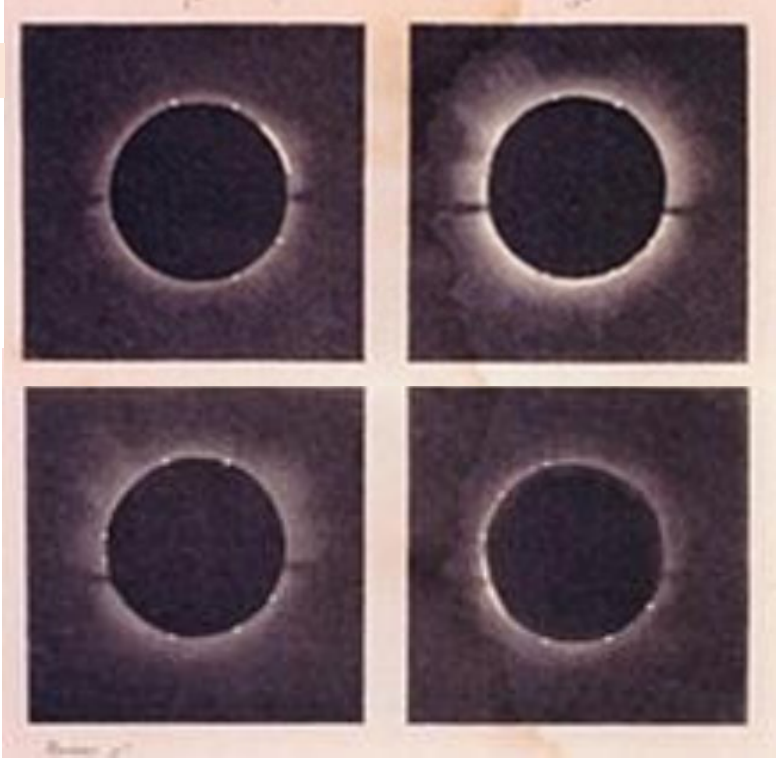
diversos fenómenos. Las primeras operaciones corrieron a cargo de Secchi, Cepeda (Catedrático de la Universidad de Valencia), Cayetano Aguilar (Ayudante del Observatorio y el propio autor del resumen; la determinación de la hora local se llevó a cabo con un anteojo meridiano portátil de la firma Repsold. Las fotografías fueron tomadas por J. Monserrat, Catedrático de Química de la Universidad de Valencia, auxiliado por P. Vinader, Catedrático de Física del Seminario de Salamanca. El instrumento empleado para ello fue «un antiguo anteojo de Canchoix, de seis pulgadas de objetivo, montado paralácticamente...que el P. Secchi había traído desde Roma a España con este objeto especial». Las observaciones sobre la naturaleza y polarización de la luz de la corona fueron responsabilidad del catedrático de Física de la Universidad de Salamanca (Sr. Barreda). Las mediciones magnéticas las

Antigua ermita de Nuestra Señora del Carmen, en el Desierto de las Palmas

El Pico de San Miguel, conocido popularmente como el Bartolo (Desierto de las Palmas). Castellón de la Plana. En su cumbre se instaló la estación desde la que se observó el eclipse

otras muchas personas cuyos nombres sentimos no poder recordar, y que atraídas por su amor a la ciencia habían acudido a la estación, se encargaron de las demás observaciones meteorológicas, de examinar el aspecto del cielo, aparición de las estrellas, las tintas variables del horizonte y en fin, de anotar cuantos fenómenos imprevistos pudieran ocurrir, para lo cual, como es de suponer, se les dieron antes todas las noticias e instrucciones necesarias». Las dificultades orográficas de la zona, que limitaban sobre manera el horizonte, obligaron a dividir la comisión en dos secciones, situándose una de ellas cerca de la ermita de Nuestra Señora del Carmen, por ofrecer mejores condiciones para la toma de fotografía, dirigida por Secchi y otra en los alrededores del Pico de San Miguel, más conocido como El Bartolo. Aguilar relató a continuación, con todo lujo de detalles, la expectación que despertó el eclipse en las horas previas: «Desde las seis de la mañana, los Párrocos de las aldeas inmediatas, muchos ayuntamientos y casi todo el vecindario se presentaron en los alrededores de la estación, llenos de curiosidad por contemplar el fenómeno próximo o, y acaso con tanto deseo algunos de ve y aún tocar, si les era posible, nuestros instrumentos, que en sus mentes agitadas debieron adquirir dimensiones colosales. A la una, despejado el Sol, hubo que pensar en desembarazarse de aquella multitud de curiosos, cosa que se consiguió fácilmente con tan solo rogarles dos guardias civiles, de cuatro que el Sr. Gobernador de la provincia, había puesto a mis

efectuó el Profesor de Geodesia de la Escuela de Ingenieros de Caminos (Sr. Mayo). Entre las observaciones meteorológicas, sobresalió el estudio del calor durante el eclipse, efectuado por el Sr. Botella, Inspector de Minas del distrito de Valencia, empleando para ello un termo-multiplicador de Melloni. «Finalmente, el Sr. Conde de Pestaguas, Capitán de artillería y otras muchas personas cuyos nombres sentimos no poder recordar, y que atraídas por su amor a la ciencia habían acudido a la estación, se encargaron de las demás observaciones meteorológicas, de examinar el aspecto del cielo, aparición de las estrellas, las tintas variables del horizonte y en fin, de anotar cuantos fenómenos imprevistos pudieran ocurrir, para lo cual, como es de suponer, se les dieron antes todas las noticias e instrucciones necesarias».



José Monserrat y Riutort (1814-1881), junto a cuatro de las fotos que tomó del eclipse solar que tuvo lugar el 18 de julio de 1860.

Aguilar relató a continuación con todo lujo de detalles, la expectación que despertó el eclipse en los presentes: « Desde las seis de la mañana, los Párrocos de las aldeas inmediatas, muchos ayuntamientos y casi todo el vecindario se presentaron en los alrededores de la estación, llenos de curiosidad por contemplar el fenómeno próximo o, y acaso con tanto deseo algunos de ve y aún tocar, si les era posible, nuestro instrumento, que en sus mentes agitadas debieron adquirir dimensiones colosales. A la una, despejado el Sol, hubo que pensar en desembarazarse de aquella multitud de curiosos, cosa que se consiguió fácilmente con tan solo rogarles dos guardias civiles, de cuatro que el Sr. Gobernador de la provincia había puesto a mis órdenes, que se retiraran a

Zona de España con la sombra del Eclipse total de Sol que tendrá lugar en el 18 de julio de 1860, por D. Francisco Coello.

200 metros de distancia para no molestarnos con el ruido de sus conversaciones animadas y con sus voces y exclamaciones de sorpresa y admiración». Aguilar indicó que observaría el Sol con un anteojo de montura ecuatorial, cuyo objetivo tenía 4.5 pulgadas de diámetro, siendo su distancia focal próxima a los 6 pies. Asimismo, hizo saber que su preocupación principal era observar « las protuberancias coloreadas o *lenguas de fuego*, que, en torno de la Luna o el Sol, se habían visto en otros anteriores…, y medir sus dimensiones aparentes y distribución o posiciones». Tras señalar que había anotado la hora de inicio del eclipse con un cronómetro debidamente corregido, inició la descripción rigurosa de su evolución, todavía resulta emocionante leer algunos párrafos de la misma, como el relativo al tamaño de las protuberancias, que aquí se reproduce: « Cinco de estos ángulos llevaba ya determinados cuando un grito entusiasta del padre Secchi, que observaba a mi lado, llamó mi atención sobre una nube o protuberancia que se hallaba muy distante de las demás, las cuales aparecían como unidas al disco de la Luna… En aquellos momentos todo el disco de la Luna me pareció ornado de llamas rojas, aisladas algunas y otras agrupadas, como formando largas cordilleras»*.

*La observación de este eclipse de 1860, y sus fotografías tomadas desde estaciones alejadas varias centenas de kilómetros, sirvió para comprender mejor la naturaleza exclusivamente solar del fenómeno y superar definitivamente la creencia de que podrían estar relacionadas con la Luna

El fotografiado del eclipse mereció un encendido elogio de Aguilar al protagonista del mismo: «Mientras que en el cerro de San Miguel se seguía de este modo el curso del fenómeno, en el valle, el Sr. Monserrat, más sereno que ninguno y dando muestras de una imperturbabilidad de la que hay pocos ejemplos en casos semejantes, obtuvo catorce fotografías: nueve del eclipse parcial y otras cinco en los tres minutos que duró la totalidad; es decir, tantas o tal vez más que las que se habían obtenido en los ensayos preliminares hechos en los días anteriores para adquirir la práctica de la operación. Las dificultades que se presentaban para obtener imágenes de las protuberancias y de la aureola solar eran inmensas, atendida la brevedad del tiempo de que para ello había de disponerse y la ignorancia en que se estaba acerca de la intensidad luminosa del objeto que se quería fijar».

AÑO CXCIX. MIERCOLES 31 DE OCTUBRE DE 1860. NUMERO 305.

SE SUSCRIBE
En Madrid en el Despacho de la Imprenta Nacional.

PRECIOS DE SUSCRICION.

Madrid .... Por un mes..... 11 rs.
Por tres meses..... 36.

SE SUSCRIBE
En provincias, en todas las Administraciones de Correos.
En París, C. A. Saavedra, rue d'Hauteville, núm. 43.

PRECIOS DE SUSCRICION.

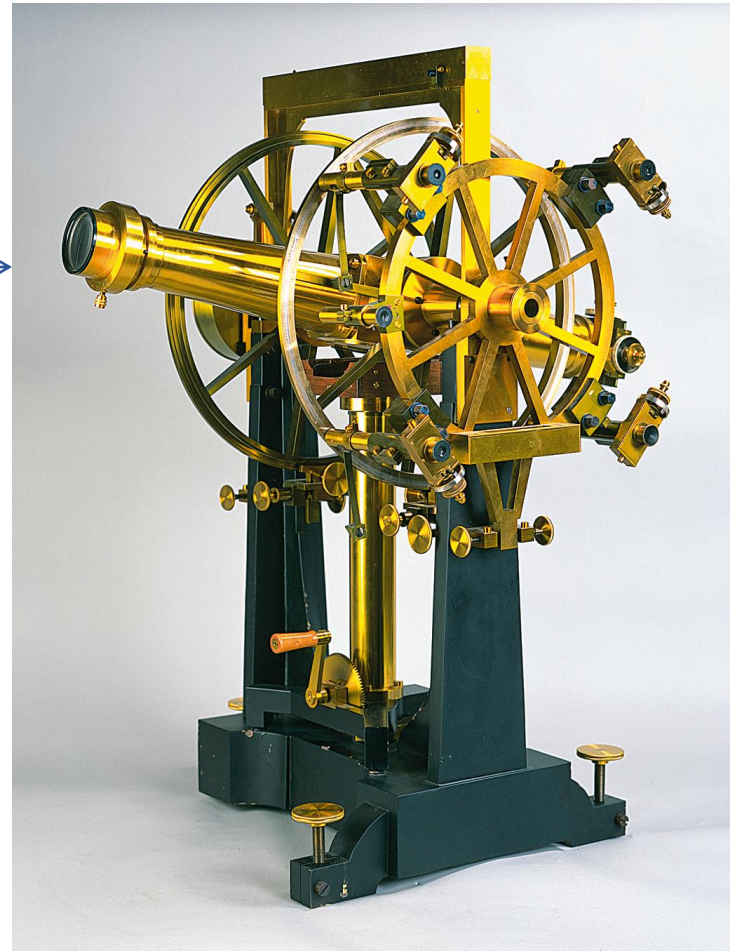
Provincias, Islas Baleares y Canarias...	Por un mes.....	21 rs.
	Por tres meses.....	60
	Por seis meses.....	120
	Por un año.....	220
Ultramar.....	Por un mes.....	30
	Por tres meses.....	90
Extranjero ...	Por tres meses.....	72
	Por seis meses.....	144

GACETA DE MADRID.

E. Novella firmó su comunicación el 20 de agosto de 1860, siendo publicada en la cubierta de la Gaceta nº 305 del 31 de octubre del mismo año. Como en el caso anterior, fue dirigida al Comisario regio del Observatorio y presentada también por el ministro de Fomento. Esta operación fue todo un ejemplo de colaboración científica entre los observatorios de Madrid y París, acordando ambos reunir sus comisiones en el Moncayo. El 30 de junio, Novella y sus colaboradores iniciaron la ascensión a la sierra con todos los instrumentos, reconociendo en su transcurso que el Santuario, situado en la mitad de su falda, no ofrecía un horizonte lo suficientemente despejado como para instalar en él la estación astronómica. Al día siguiente, subió Novella a lo más alto de la sierra, coligiendo que el lugar era inmejorable para observar el eclipse; si bien fue consciente de limitaciones tales como elevada altitud, más de 2000 metros, muy combatido por los vientos y difícil de aprovisionar. Mientras se adecuaba después el acceso a la cumbre, se instaló

Santuario de Nuestra Señora del Moncayo. Desde él se observó el eclipse total de Sol que tuvo lugar el 18 de junio de 1860

en el Santuario el instrumental meteorológico. Por aquel entonces ya habían llegado los primeros científicos, a saber: Manuel Sáenz Díez, Catedrático de Química en la Universidad Central, y poco después Yvon Villarceau, primer astrónomo del Observatorio de París, el cual llegó acompañado de Ismail Effendi, astrónomo egipcio, y del mecánico instrumentista Culant. Más adelante relataba Novella los problemas que habían surgido al acondicionar la cumbre y como se habían visto obligados a construir casetas de observación en la plataforma delantera del Santuario, instalando en ella el teodolito Repsold, con el que se determinaría la latitud y un anteojo meridiano portátil construido en los talleres parisinos de los hermanos Brunner, para hallar la hora local. Acto seguido, se presentaron el resto de los comisionados, tal como detalló Novella: «Mientras se activaban estos preparativos llegaron sucesivamente MM. Chacornac y Foucault, del Observatorio de París; Mr. Tissot, repetidor de geodesia en la Escuela Politécnica, y, por último, Mr. Le Verrier, director del Observatorio de París, acompañado de Mr. Bruhns, director del Observatorio de Leipzig; de Mr. Auerbach, comerciante del mismo punto, y de Mr. Gautier, coronel suizo. También se habían unido a la Comisión española los Sres. D. Constantino Ardanaz, ingeniero jefe de Caminos y diputado a Cortes; D. Valero Causada, catedrático de Física, comisionado por la Universidad de Zaragoza, y D. Celestino Olózaga, alumno de la



Telescopio de Foucault, con un espejo parabólico de 20 cm de diámetro, construido en 1860 para observar el eclipse solar del mes de julio.

Escuela de Caminos». Reunidas las dos delegaciones se procedió al reparto de tareas, el cual fue explicado por Novella en estos términos:«1) Los contactos exteriores se observarían por todos; 2)Tomarían los contactos interiores Mr. Le Verrier, con un anteojo de seis pulgadas de abertura; Mr. Ismail Effendi, con un anteojo de tres pulgadas y media, montado ecuatorialmente, y el Sr. Ardanaz, con otro anteojo de tres pulgadas; 3) MM. Villarceau y Chacornac, que tenían dos telescopios sistema Foucault, con espejos de 20 y 40 centímetros de diámetro, y ambos provistos de micrómetros especiales, medirían los ángulos de posición de las protuberancias rojas y su altura; 4) Mr. Foucault, con una cámara fotográfica dispuesta convenientemente, quedó encargado de todo lo relativo a la luz; 5) Nuestra ecuatorial, de cuatro y media pulgadas de abertura, a la que se había agregado una cámara fotográfica con un obturador y un movimiento de relojería para seguir la marcha del Sol, se destinó a obtener las imágenes fotográficas, tanto del eclipse parcial como de la totalidad, en cuya operación el Sr. Sáenz debía preparar las placas; el Sr. Causada cuidaría de la cámara; el Sr. Ariño guiaría el anteojo y el Sr. Olózaga les auxiliaría; 6) Mr. Tissot, con un telescopio pequeño, se encargó de registrar la región del cielo en que podía hallarse el planeta intramercurial de Lescarbault; 7) Yo me encargué de estudiar la corona luminosa de la fase total, valiéndose de un excelente buscador de Fraunhofer, de tres pulgadas de abertura; 8) Mr. Bruhns, que, a pesar de sus escasos medios, manifestó deseos de observar todo el fenómeno, quedó en libertad de obrar a su gusto; 9) Las observaciones

meteorológicas se harían con los instrumentos españoles por el auxiliar Muñoz*; 10) Contarían en los cronómetros, para los franceses, Mr. Culant, y para los españoles, el Sr. Sanz, de Tarazona, que se prestó gustoso a este molesto trabajo». Cuando se finalizó el plan operacional anterior no reinaba el optimismo, ya que desde el día 16, en que hubo una tormenta, se levantaron nieblas que cubrían todo el valle. Asi amaneció también el día 18, y ante el temor de no poder observar el eclipse, se decidió dividir las Comisiones, « quedando en su sitio los instrumentos intransportables con los astrónomos que debían usarlos, y bajando al llano todos los demás. En su consecuencia, permanecieron en el Santuario MM. Villarceau, Chacornac e Ismail Effendi con los Sres. Sáenz, Causada, Ariño y Olózaga, y emprendimos la marcha los restantes con tan feliz suerte, que conforme bajábamos veíamos que se disipaba la niebla, y al cabo de cuatro horas de camino pudimos ya escoger para estación las alturas de Tarazona, en las que nos situamos a las once y media de la mañana bajo un cielo casi despejado, porque el viento fresco del N. O. había arrollado las nubes sobre el Moncayo, y apenas quedaban algunos cirros que no nos inquietaban». Iniciado el eclipse, se desarrolló el plan previsto para cada observador, haciendo Novella una extensa y detallada descripción de toda la evolución del fenómeno, señalando como las manchas solares no se deformaban al aproximarse la sombra de la Luna, comprobando que el borde de esta no era regular, «sino que presentaba el aspecto de una sierra de pequeños

Vista panorámica de Tarazona con el Moncayo nevado al fondo. La letra E indica el posible lugar elegido por el astrónomo E. Novella para observar el eclipse.

* Del Observatorio Astronómico de Madrid

Protubérance A . fin de l'eclipse totale.

Jean Charcornac
Esquisse de la protubérance A,

Descripción de los objetos luminosos observados por el Sr. Chacornac fuera del disco solar durante el eclipse total de este astro del 18 de julio de 1860, mediante un telescopio con vidrio plateado de 40 centímetros de diámetro.
Bulletin de l´Observatoire impérial de París. Septembre 4, 5,6,7 & 8. 1860

dientes desiguales…Así que observé la desaparición del último rayo de Sol, quité el vidrio de color y quedé sorprendido por el magnífico espectáculo del fenómeno, único en el mundo, y cuya mágica belleza todos la habrían sentido, pero pocos sabrán describirla». Como estaba previsto, prestó especial atención al examen de la corona y percibió como se destacaban sobre su fondo blanco, «y como adheridas al disco negro varias protuberancias rojas color de rubí claro…otras que estaban más abajo, siguiendo por el mismo borde, presentaban el aspecto de una cordillera desigual…pasando al punto austral a la izquierda había una protuberancia notable también, porque al principio apenas se distinguía, y luego llegó a ser la mayor de todas adquiriendo la forma de llama». Eduardo Novella dio cuenta del final del eclipse con unas certeras frases, reflejo de las emociones que debieron sentir los afortunados que lo contemplaron y que nunca olvidarían: «La aparición del primer rayo de Sol fue saludada por los espectadores con un grito espontáneo de júbilo, que revelaba la ansiedad en que habían estado durante la totalidad, y desde entonces se puede decir que para todos quedó concluido el fenómeno, porque era tan vivo el recuerdo de lo pasado y tan impresionada se hallaba el alma, que nada podía interesarle, y este estado alcanzó también a los astrónomos, que entretenidos en

comunicarse y confrontar sus observaciones, apenas se ocuparon ya del eclipse más que para tomar el último contacto exterior». Novella cumplió de sobra con lo estipulado, puesto que finalizado el eclipse continuó en la zona realizando otros trbajos complementarios, pero de obligado recuerdo. En el mismo resumen publicado en la Gaceta comentaba que después de informar, junto a le Verrier, al ministro de Fomento, que se encontraba en Tudela, volvió al Moncayo para hallar las coordenadas geográficas de las estaciones desde las que se habían efectuado las observaciones, También calculó barométricamente el desnivel entre el Santuario y Tarazona, y entre el Santuario y Tudela. La latitud del Santuario se obtuvo por medo del teodolito Repsold, abandonando dicha estación el 29 de julio, para trasladarse a Tarazona. Especialmente interesante fue la determinación de la diferencia de longitudes entre dicha localidad y Madrid, con la que se concluyeron aquellos trabajos; así la describió Novella: «Para determinar la situación del punto en que observé el eclipse con Mr. Le Verrier, se acordó que Mr. Villarceau observase con el instrumento meridiano portátil, y que yo me encargase de la parte telegráfica para evitar cualquier dificultad de mala inteligencia. Con este objeto fui otra vez a Tudela y, auxiliado eficazmente por el Sr. Araiztegui, entendido y celoso director de aquella estación telegráfica, que esta vez, lo mismo que las anteriores, se ha prestado gustoso a facilitarlo todo, de acuerdo con el Excmo. Sr. D. José María Mathé*, que tanto se ha interesado en el buen éxito de nuestros trabajos, se dispuso lo necesario de modo que en la noche del 4 de agosto se hizo la operación definitiva de hallar la diferencia de longitudes entre Tarazona y Madrid por medio de señales de fuego que observaban en Tarazona, al mismo tiempo que yo daba la señal telegráfica a nuestro Observatorio para que anotasen la hora como si vieran la explosión de la pólvora».

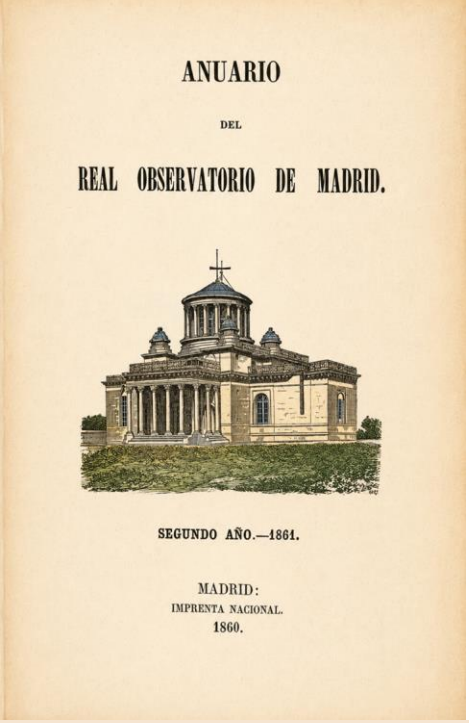
Urbain Le Verrier (1811-1877), predijo la existencia del planeta Neptuno usando solo el cálculo matemático. Fue director del Observatorio de París y catedrático de Mecánica Celeste en la Facultad de Ciencias de París.

*Jose María Mathé y Aragua (1798 -1875), Ingeniero militar. Diseñó el primer proyecto español de telégrafo óptico. Director de la red telegráfica española entre el 21 de noviembre de 1856 y el 13 de agosto de 1864.

Aspecto general del eclipse total de Sol del 18 de julio de 1860, en la estación del Desierto de las Palmas

Aspecto del eclipse total de Sol del 18 de julio de 1860, observado en Tarazona

Antonio Aguilar y Vela. *Eclipse de Sol del 18 de julio de 1860.* Anuario de 1861 (pp. 171-250)


ANUARIO

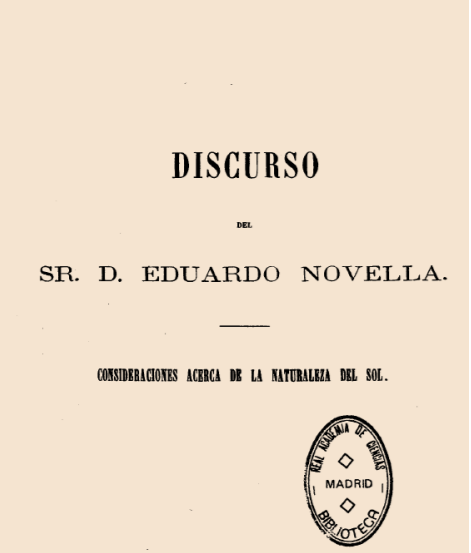
DEL

REAL OBSERVATORIO DE MADRID.

SEGUNDO AÑO.—1861.

MADRID:
IMPRENTA NACIONAL.
1860.

Tanto Aguilar como Novella ampliaron después sus comentarios sobre el eclipse del 18 de julio de 1860. El primero lo hizo en el *Anuario del Real Observatorio de Madrid* (Segundo año 1861), con el artículo titulado *Eclipse de Sol del 18 de julio de 1860* (pp. 171-250). En él se publicaron, quizás en primicia, las primeras fotografías del eclipse que habían sido tomadas desde el Desierto de las Palmas y desde Tarazona. Entre las curiosidades de ese artículo son subrayables los comentarios del autor, relativos al comportamiento de los animales y plantas durante el eclipse. Por su parte, Novella continuó sus estudios sobre los eclipses solares, convirtiéndose en un destacado referente; así lo puso de relieve en su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que con el título *Consideraciones acerca del Sol*, pronunció el 25 de junio de 1865 (aunque había sido elegido en el año 1861).


DISCURSO

DEL

SR. D. EDUARDO NOVELLA.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA NATURALEZA DEL SOL.

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS MADRID BIBLIOTECA

Cuando Warren De la Rue decidió venir a España para observar el eclipse solar del 18 de julio de 1680, pensó hacerlo desde Santander, aunque después se alegró de haber haber optado por efectuar la observación desde Rivabellosa; ya que muchos de los astrónomos que eligieron la capital cántabra no pudieron observarlo por las malas condiciones atmosféricas. Los preparativos de su expedición comenzaron al final de enero de 1860, con la tranquilidad de que contaban con la aquiescencia del astrónomo real George Biddell Airy; entre ellos destacaba la necesidad de disponer de un soporte para el telescopio, ya que el pedestal de hierro fundido del heliógrafo de Kew era demasiado pesado para transportarlo cómodamente. Parte sustancial de la futura estación sería la caseta fotográfica, compuesta por dos habitáculos: uno destinado al heliógrafo, con techo desmontable, y otro acondicionado como laboratorio, con una cisterna para llenarse desde el exterior, un fregadero, mesas y estantes

para colocar los aparatos y las fotografías. Otros de los instrumentos que debían ser enviados fueron un anteojo meridiano portátil, un teodolito y varios cronómetros; imprescindibles para determinar las coordenadas geográficas de la estación. El día 7 de julio partieron los expedicionarios de Plymouth y dos días después llegaron al puerto de Bilbao. En la noche del día 10 viajaron en diligencia hasta Rivabellosa, adonde llegaron al día siguiente. Las observaciones para calcular la posición geográfica de la estación*, dieron comienzo el día 12 y continuaron durante el 14, 16 y 20; visándose tanto el Sol como otras estrellas en el instante de su culminación, a los efectos de hallar la hora local y por tanto la longitud, cuyo promedio resultó ser de $11^{m}\ 42^{s}.7$ al Oeste de Greenwich. Las observaciones relativas a la latitud se realizaron en los días 12, 13, 14 y 20, visando la culminación del Sol y de otras estrellas, arrojando un resultado de $42^{o}\ 42´$. De la Rue citó también las coordenadas geodésicas , proporcionadas por el astrónomo ruso Otto Struve: $\varphi = 42^{o}\ 43´24´´$ y $\lambda = 11^{m}\ 41^{s}.3$ W. Greenwich. La altitud se obtuvo por dos procedimientos: nivelación barométrica (451.4 m) y nivelación geométrica (479.1m). En previsión de posibles aglomeraciones, poco antes del comienzo del eclipse se personaron cinco guardias civiles a caballo, enviados por el Alcalde de Miranda de Ebro; los cuales evitaron que la multitud invadiera las inmediaciones

La imagen muestra la disposición del observatorio cuando quedaba asegurado después del trabajo del día. La posición de la lona y el sencillo sistema para mantenerla a la distancia adecuada de la caseta, así como la cisterna exterior, se muestran claramente en la imagen, que fue copiada de una fotografía tomada con motivo de la visita del Sr. Airy a la estación. Warren De la Rue. *On the Total Soar Eclipse of July 18th 1860 observed at Rivabellosa, near Miranda de Ebro in Spain*. 1862.

*Una era del Puntal, con un diámetro próximo a los 18 metros y junto a un camino; De la Rue consideraba que era un sitio ideal por tratarse de un terreno llano, extremadamente duro y seco.

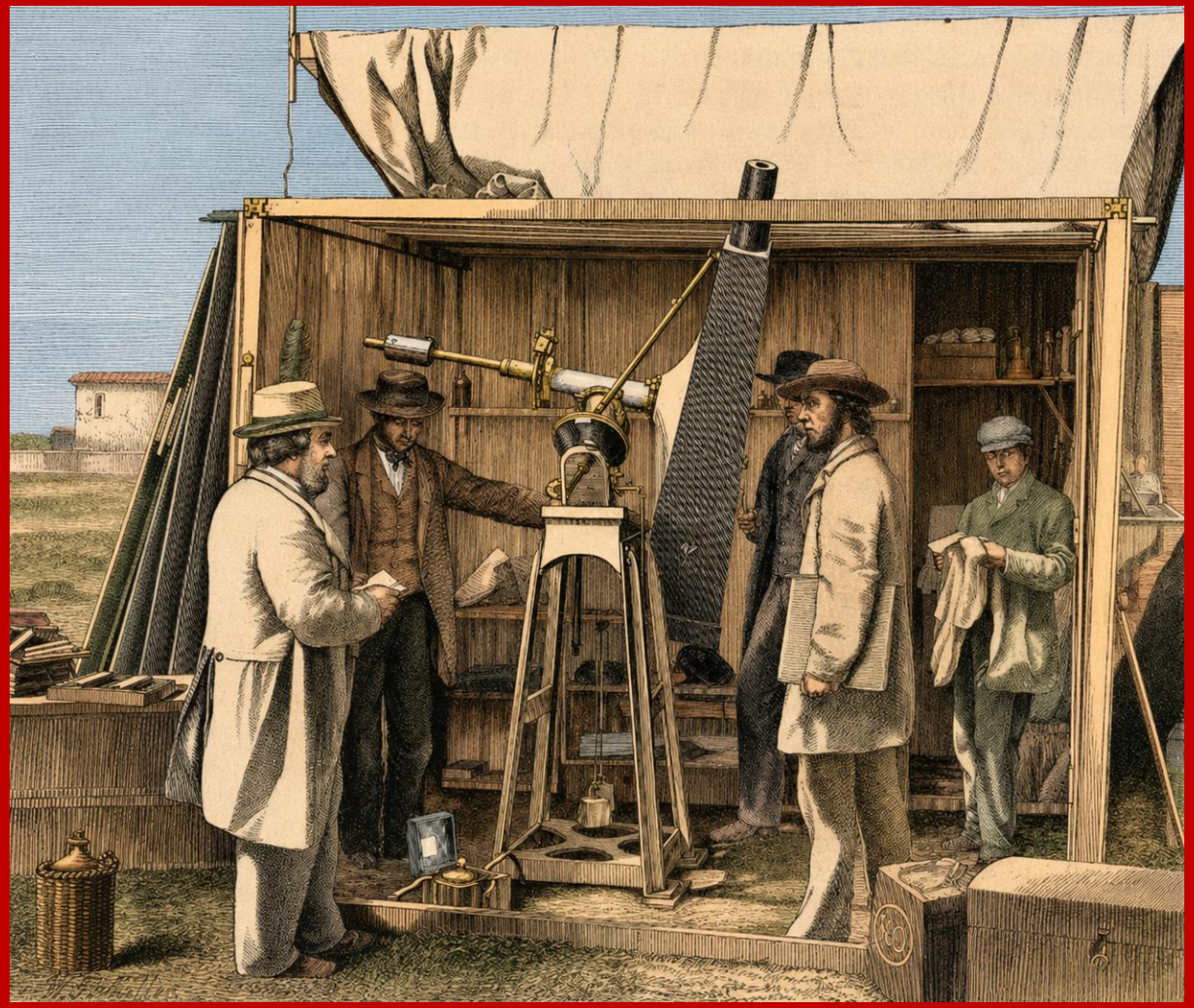
Warren De la Rue y el heliógrafo que diseñó a instancias de la *Royal Society*, la cual atendió las recomendaciones de Sir John Herschel

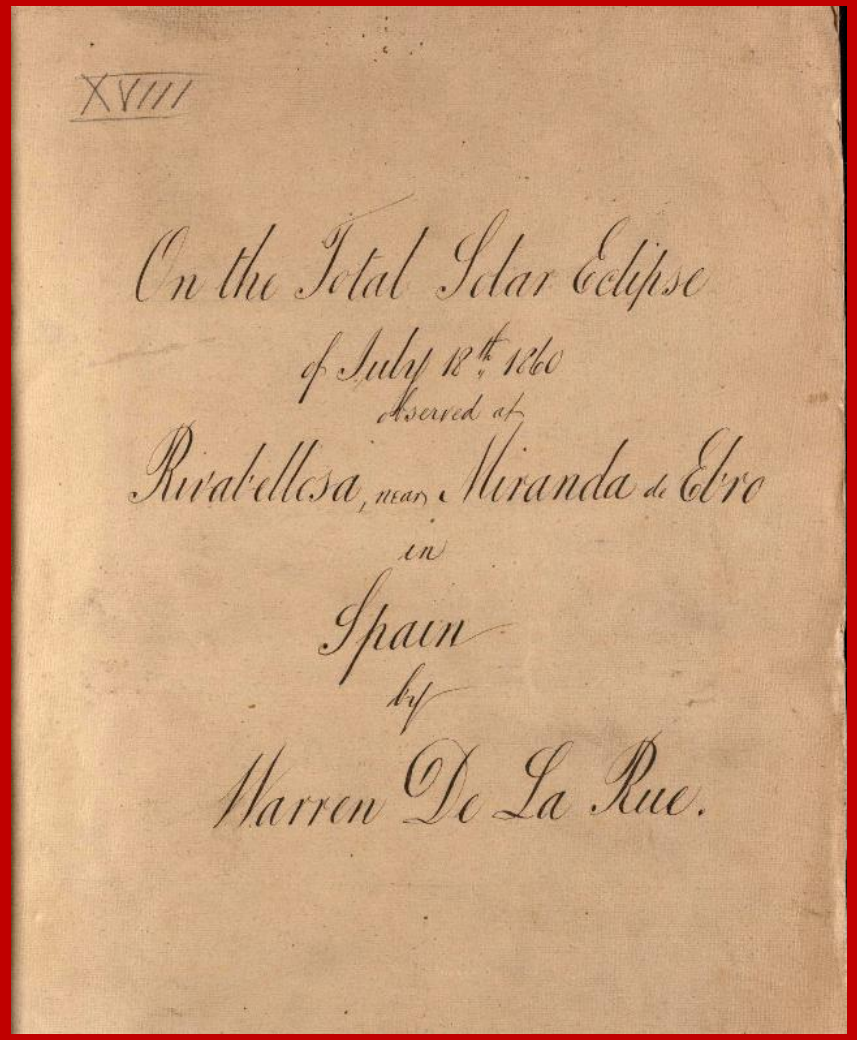
de la estación desde la que se iba a observar el eclipse. A pesar de ello, unas 200 personas se congregaron alrededor de la misma con la excitación propia del suceso; aunque el Alcalde de Rivabellosa, Cirilo Guinea Montoya, consiguió que hablasen en voz baja para no entorpecer la observación*. El inicio del eclipse, según W. De la Rue, fue a las $13^h\ 56^m\ 22^s$. Suyo fue un acertado comentario que resume con brillantez el impacto de la oscuridad total: «El efecto de la totalidad sobre los espectadores fue de lo más notable. Hasta el comienzo de la totalidad, el murmullo de conversaciones en muchas lenguas llenaba el aire; pero entonces, en un instante, toda voz enmudeció, y el silencio fue tan repentino que resultó perfectamente sobrecogedor; después, el oído percibió el sonido de las campanas del pueblo, que habían estado repicando inadvertidas durante el eclipse, y esta circunstancia añadió mucho a la solemne grandeza de la ocasión». De las más de 40 fotografías realizadas durante el eclipse, sobresalen las de su totalidad, en las que se apoyó el autor para concluir que las protuberancias visibles durante el eclipse pertenecían realmente al Sol y no a la Luna. Warren De la Rue firmó dos años después la Memoria titulada: *On the Total Soar Eclipse of July 18th 1860 observed at Rivabellosa, near Miranda de Ebro in Spain,* la cual fue publicada en la revista de la Royal Society (Philosophical Transactions PT/65/Fecha: 30 de enero de 1862).

*Un espectador de excepción fue el niño Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), acompañado de su padre Justo Ramón Casasús. Años después escribiría el premio nobel: «El eclipse de sol del año 60 había sido anunciado por los diarios y fue esperado por la gente con gran impaciencia. Muchas personas, protegiendo sus ojos con cristales ahumados, corrieron hacia colinas donde podían ver el eclipse con mejor comodidad. Llegó la hora anunciada y los cálculos se cumplieron con exactitud. Durante el eclipse, la inquietud llena toda la naturaleza, como me hizo observar mi padre. Para animales y plantas el eclipse es una contradicción, como si de repente las fuerzas naturales que gobiernan su vida fallaran. Comprendía que el hombre tiene en la ciencia un instrumento poderoso de previsión y dominio».

Inmediatamente después del comienzo de la totalidad

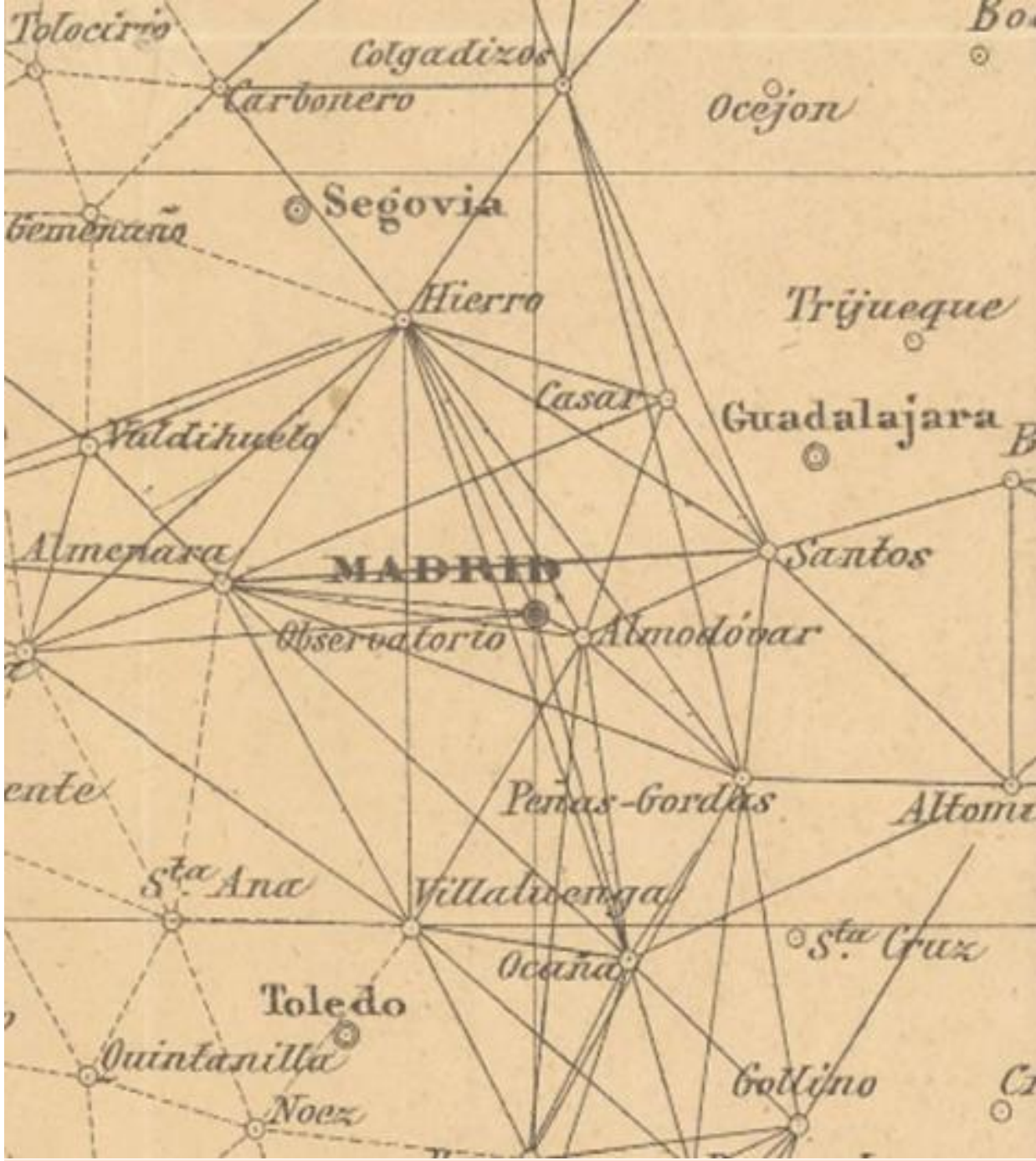
Inmediatamente antes del fin de la totalidad



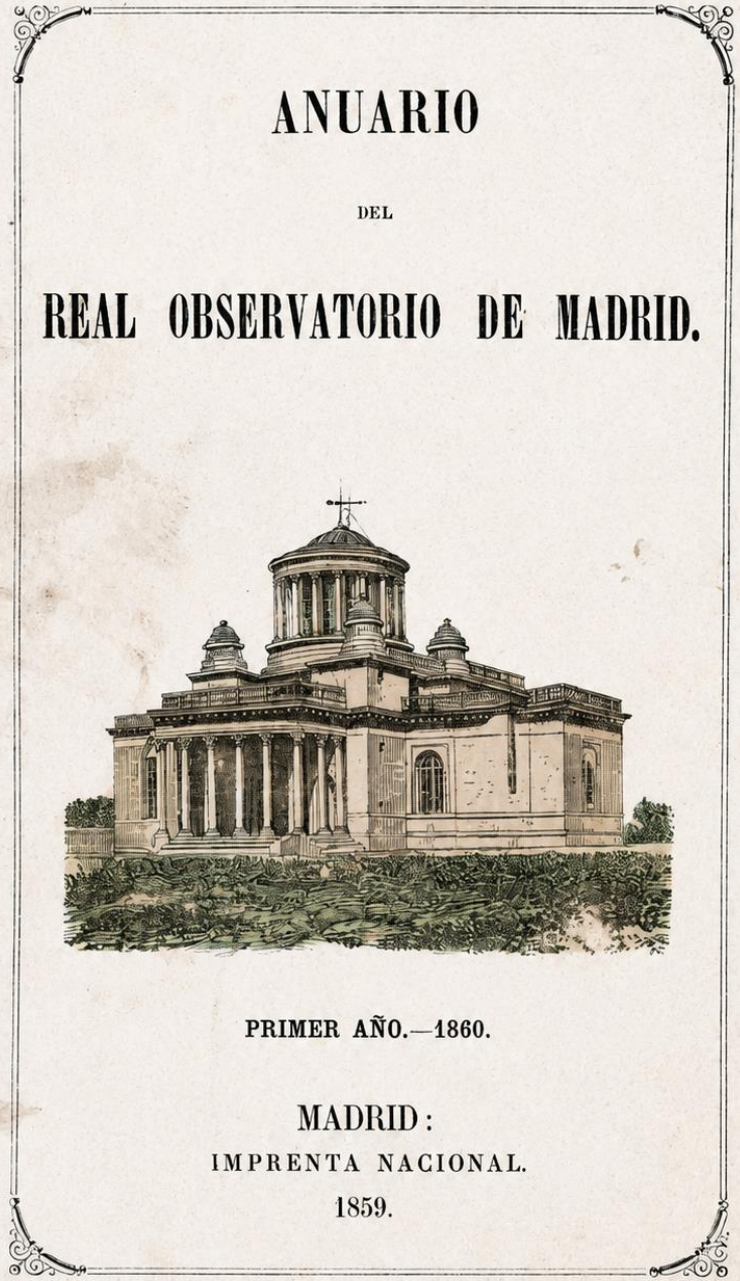


Las dos mágenes anteriores, fueron captadas el 18 de julio de 1860 por el astrónomo y químico inglés Warren de la Rue (1815-1889), mediante el fotoheliógrafo de Kew, estacionado en la localidad alavesa de Rivabellosa. En la tienda del campamento figuran de a izquierda a derecha De la Rue, y sus colaboradores: Beckley, Clarke, Reynolds y Dowes. Se presenta también la portada de la memoria en la que dio cuenta de tan magno suceso, publicada a partir de las P.T. de la *Royal Society*:

Cerrado el paréntesis impuesto por el eclipse solar del 18 de julio de 1860, procede continuar glosando la trayectoria profesional de Antonio Aguilar y Vela, centrándonos ahora en el interés que mostró por la cartografía matemática; sobre todo desde que la Junta Directiva del Mapa de España decidió que los astrónomos del Observatorio de Madrid se encargasen de realizar las observaciones necesarias para aumentar la fiabilidad del mismo. Precisamente fueron sus coordenadas astronómicas (φ = 40° 24’ 30” N, λ = 3° 41’ 16” WG) las que sirvieron para deducir las geográficas o geodésicas del resto de los vértices de la red, tomando como meridiano origen el que contiene al Observatorio, que pasó así a ser el datum de la Red española. Así lo corroboró además la Real Orden de 1 de julio de 1857, indicando su objetivo: «para que las longitudes y latitudes determinadas con la mayor exactitud pudieran compararse con las deducidas de las triangulaciones geodésicas y señalar con fijeza las perturbaciones locales en esta parte de nuestro globo, comparando su figura con la del elipsoide de revolución». Todos esos trabajos fueron coordinados precisamente por A. Aguilar, como miembro de la Junta Directiva del Mapa de España desde su creación en 1853.



El Observatorio Astronómico de Madrid, como vértice de la Re Geodésica de primer orden.



ANUARIO

DEL

REAL OBSERVATORIO DE MADRID.

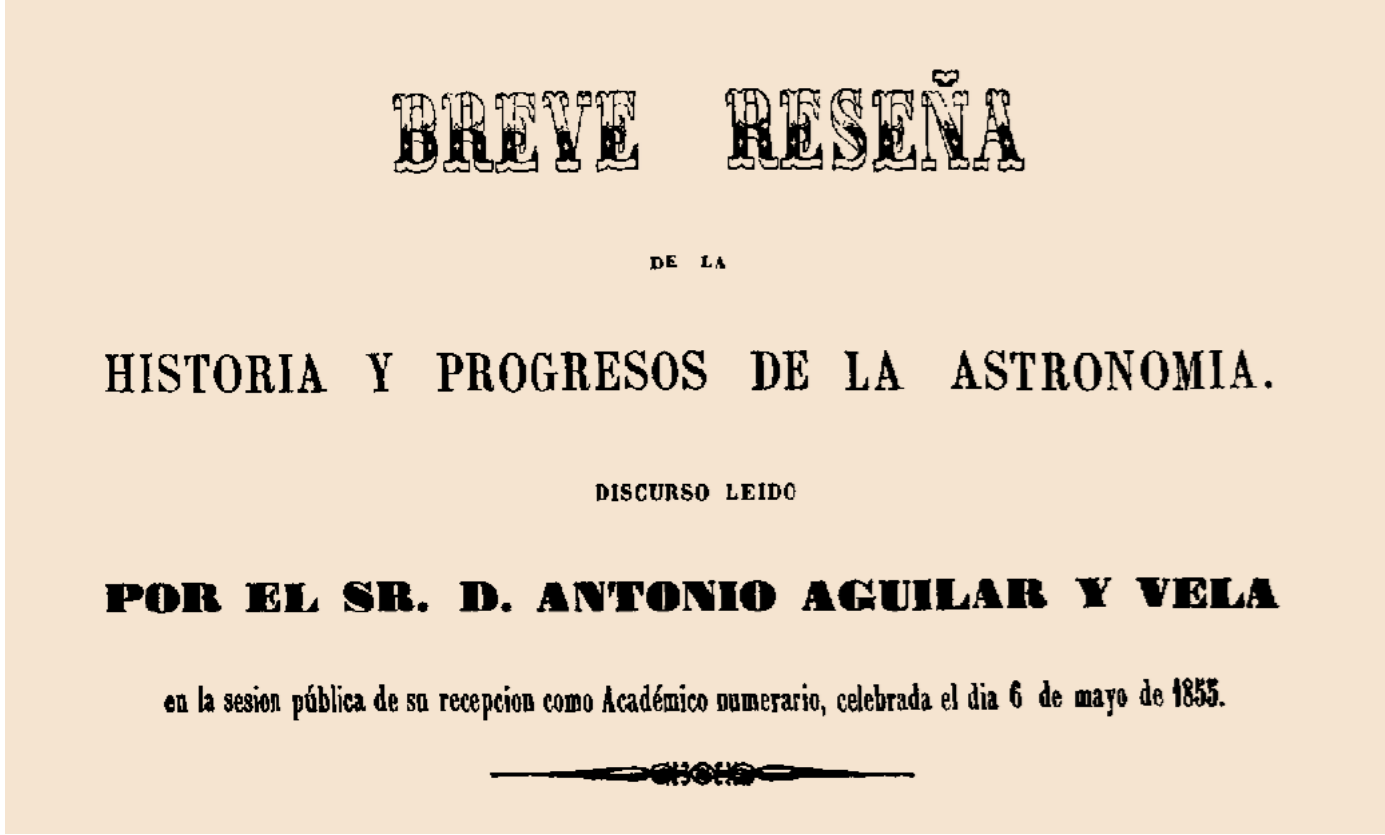
PRIMER AÑO.—1860.

MADRID:
IMPRENTA NACIONAL.
1859.

La astronomía geodésica que se acaba de comentar fue practicada en el Observatorio de Madrid, junto a la meramente observacional, propia de las diferentes secciones que les corresponden: asteroides, cometas, eclipses solares, estrellas, etc. No parece muy aventurado suponer que la publicación del conocido Anuario del Real Observatorio de Madrid y el eclipse de1860, estuviesen directamente relacionados; el caso es que en el año 1859 apareció el primer ejemplar del mismo. Tras una introducción del Comisario Regio (Noticia histórica del Observatorio de Madrid), figuraron los tres apartados de que sea indican: uno dedicado a las efemérides astronómicas, otro en el que destacaba la tabla de posiciones geográficas y un tercero en el que se incluyeron cuatro artículos. Los dos primeros los escribió A. Aguilar: 1) *De la medida del tiempo o del Calendario* y 2) *Sobre el eclipse de Sol que tendrá lugar el 18 de julio próximo*; el tercero lo firmó E. Novella como primer astrónomo: *El Sistema solar* y el cuarto, titulado *Pronósticos y Preocupaciones*, escrito por Miguel Merino y Melchor, en su condición de segundo astrónomo. Entre este último y Aguilar, se estableció una relación científica duradera, que llegó a transformarse en familiar, cuando este se convirtió en suegro de aquel; se dio además la circunstancia que Merino fue quien le sucedió como director del Observatorio, en el año 1882.

*En este Anuario figuraba la plantilla del Observatorio, fijada por una disposición del 12 de mayo de 1858: *Comisario regio*) Excmo. Sr. D. Antonio Gil de Zárate; *Director*) D. Antonio Aguilar y Vela; *Astrónomo 1º*) D. Eduardo Novella; *Astrónomo 2º*) D. Miguel Merino; *Ayudantes)* D. Cayetano Aguilar y D. Tomás Ariño.

Se cierra esta reseña centrándola en la faceta de A. Aguilar como miembro destacado de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, y más concretamente en algunos comentarios de sus discursos más relevantes pronunciados en su seno. Aguilar fue elegido miembro de esa institución el 6 de noviembre de 1854, aunque no tomó posesión de su puesto hasta el 6 de mayo de 1855; día en que leyó su discurso de ingreso, con el título de *Breve Reseña de la Historia y Progresos de la Astronomía*, en el que incluyó una curiosa frase atribuida al Rey Alfonso X: «Si Dios me hubiera tomado consejo, más sencillo será el sistema del Mundo»*. Aguilar fue elegido Secretario General de la Real Academia en el año 1861, al año siguiente del eclipse total de Sol. Dos años más tarde, el día 8 de marzo de 1863, pronunció el discurso de bienvenida al nuevo académico Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero; cuyo discurso de ingreso versó sobre *El origen y progreso de los instrumentos en Astronomía y Geodesia.* Ibáñez solo se refirió de pasada a la medición de Madridejos, tratando de arrojar luz sobre la conveniencia de que las bases geodésicas tuvieran una u otra longitud: «Importaba mucho hacer en España un estudio sobre este punto tan controvertido, para decidir si deben elegirse de mucha o de poca longitud las bases geodésicas que se midan: y con objeto de reunir los datos necesarios, al mismo tiempo que se verificaba la medición de la base



BREVE RESEÑA

DE LA

HISTORIA Y PROGRESOS DE LA ASTRONOMIA.

DISCURSO LEIDO

POR EL SR. D. ANTONIO AGUILAR Y VELA

en la sesion pública de su recepcion como Académico numerario, celebrada el dia 6 de mayo de 1855.

*El día 15 de noviembre de ese mismo año leyó Aguilar su tesis en la Universidad Central de Madrid (Facultad de Filosofía y Letras. Sección de Ciencias Físico-Matemáticas), para obtener el Grado de Doctor. El título de la misma fue el siguiente: *De la importancia del estudio del Cálculo de las probabilidades*. Tres años después pronunció, en la misma Universidad, el discurso con el que se inauguró el curso 1858-1859, el tema elegido fue titulado *Importancia y Necesidad del estudio de las Ciencias*.

REFERENCIAS A LA GEODESIA (Base de Madridejos) Y A LAS MATEMÁTICAS

Grandes han sido los trabajos que la Geodesia ha llevado á cabo, desde que Eratóstenes dedujo la circunferencia de la tierra de la distancia medida entre Siena y Alejandría; trabajos que los simultáneos esfuerzos de las naciones más poderosas reducirán hoy al último grado de exactitud, determinando las pequeñas diferencias que existen entre nuestro globo y un cuerpo geométrico de revolución. Y es muy grato para mí, Excmo. Sr., el poder felicitar en este momento y en medio de tan ilustrado concurso al Gobierno de S. M. porque figura hoy tan dignamente nuestra patria en la pacífica campaña á que, interesadas en los progresos de la Geodesia, prestan decidido apoyo las naciones más cultas de Europa*

*La medición de la Base geodésica acaba de ser terminada en los campos de Madridejos, siendo la operación fundamental que servirá, no solo para el levantamiento del mapa de España, sino también para suministrar un nuevo dato que compruebe la figura de la tierra, problema á que desde 1857 dan grande importancia todos los Gobiernos de Europa, acogiendo benévolos la iniciativa de Rusia.

Poseedoras las Matemáticas de una lengua universal, mas perfecta que todas las conocidas, formulan en sencillos algoritmos los fenómenos de la naturaleza, deduciendo por simples trasformaciones resultados, que en vano hubiéramos intentado conseguir por la experiencia ó por el raciocinio. El cálculo infinitesimal, prestándose con maravillosa facilidad á todas las cuestiones en que entran las fuerzas de la naturaleza, con el impulso que ha dado á la mecánica, es la palanca de Arquímedes, que viene á conmover al mundo; centuplica las fuerzas de nuestra inteligencia; trasforma la superficie del globo; acorta las distancias; señala para el dominio de las olas los arenales del Istmo de Suez; indica á la Francia y á la Inglaterra su union por un puente tubular, al que sirva el Océano de majestuosa techumbre; taladra los Alpes; quedando las inaccesibles montañas y las nevadas crestas, como dignos monumentos, que atestiguan el poder de la ciencia, y sus atrevidas concepciones.

DISCURSO

PRONUNCIADO EN LA SOLEMNE INAUGURACION

DEL AÑO ACADÉMICO DE 1858 Á 1859

EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL,

POR EL DOCTOR

D. ANTONIO AGUILAR Y VELA,

Catedrático de Astronomía en la facultad de Ciencias.

central, se hicieron todas las observaciones angulares para obtener además del valor directo, otro calculado por una triangulación especial apoyada en una sección de la gran base, presentando un grande acuerdo los dos resultados».

El comienzo de la intervención de Aguilar no pudo ser más del agrado de Ibáñez: «Si alguna prueba se necesitara del acierto con que esta Corporación procura remediar los estragos que con frecuencia lamentable ocasiona en sus filas la muerte, lo suministraría muy completo en el caso presente el discurso que acabamos de oír. Escrito con sencillez y modestia, como debía esperarse de quien ha consagrado al cultivo de la ciencia la mejor parte de su vida, no se sabe qué celebrar mas en él, si lo bien concebido del plan, la riqueza de detalles, ó la sagacidad suma con que están escogidos y analizados aquellos descubrimientos, fruto de una alianza feliz de los preceptos teóricos con las prácticas del arte mecánico, que mas influencia han ejercido en los progresos ulteriores de la Astronomía y Geodesia. Plácemes y enhorabuenas para su autor, nuestro nuevo compañero el Sr. Ibáñez; y plácemes también para la Academia que, apreciadora del verdadero mérito, le ha llamado hacia sí, abriéndole las puertas de este recinto».

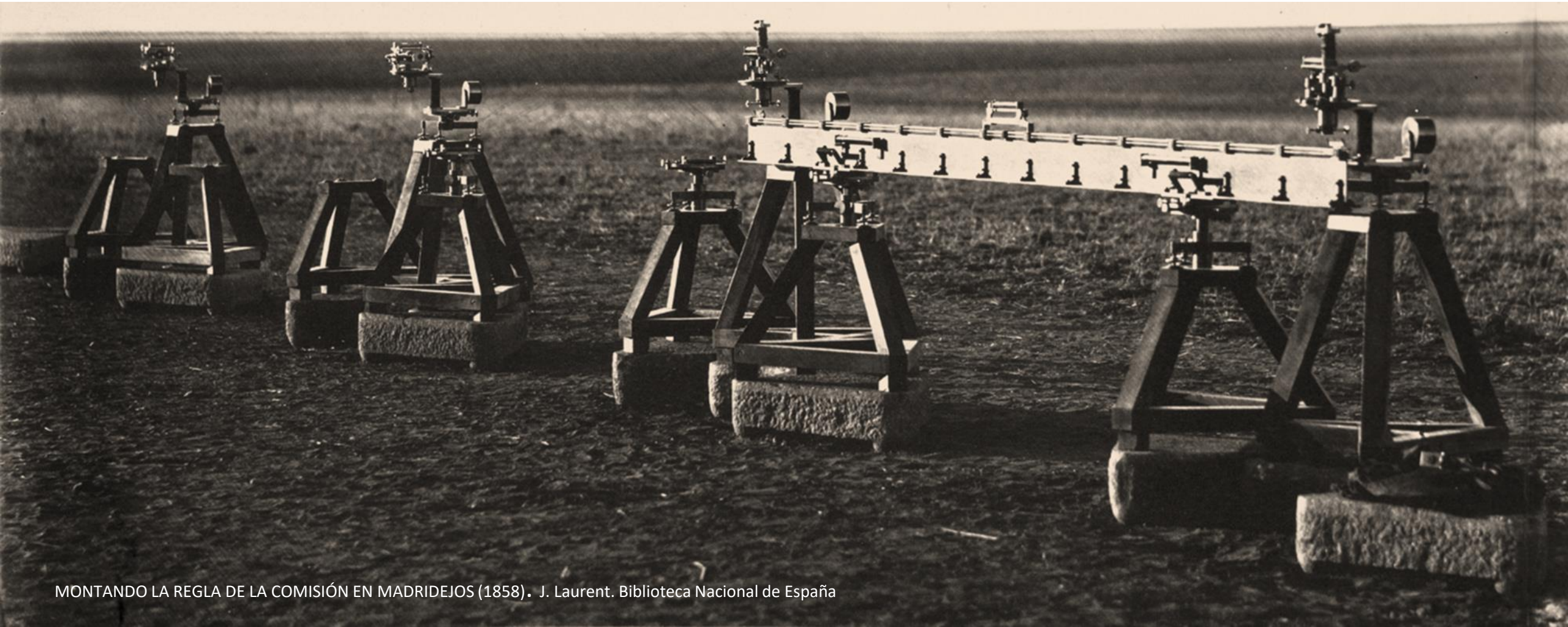
Ya casi al final de su intervención, se refirió también a la bondad de la regla española de la Comisión, con que se había medido la base central de Madridejos y que había sido construida por Brunner: «Cuál ha sido en este caso el resultado de tan buena armonía entre la cabeza que piensa y la mano que ejecuta, entre la idea y el instrumento, no os lo diré yo, porque ni mi parecer tendría gran fuerza, ni acaso se consideraría como del todo desapasionado; pero le hallareis formulado en las siguientes palabras, tomadas de una reciente memoria del general Baeyer, que ha dirigido gran parte de los trabajos geodésicos efectuados en Prusia. "En cuanto a lo que se refiere á la exactitud de los aparatos para medir Bases, puede llegarse en la actualidad á una aproximación de 1/600000 que es la que se alcanza con el aparato de Bessel. Sin embargo, la regla española, según se deduce de las experiencias á que ha sido sometida, y que se han publicado ya, da una aproximación todavía mayor"». El último discurso de Aguilar en se referido, lo pronunció el 22 de marzo de 1868 y lo hizo dando muestras de indisimulado afecto a su amigo y colaborador Miguel Merino, el nuevo académico que había dedicado el suyo al Cálculo de Probabilidades. Aguilar inició su intervención agradeciéndole al Presidente el que le hubiera encargado dar la bienvenida y expresando su satisfacción al atenderlo: « Es, en efecto, tan acendrado el cariño que profeso al nuevo académico, y júbilo tan grande me ha

Se refiere este sobre al concurso convocado por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en el mes de marzo de 1862, para otorgar un premio al mejor trabajo que respondiera al siguiente problema: *Determinar los errores probables que deben resultar en los planos topográficos deducidos de las perspectivas fotográficas, teniendo en cuenta todas las causas que puedan influir en su producción*. Al mismo se presentó únicamente una Memoria, que fue registrada en la Secretaría de la Academia el día 18 de abril de 1863, con el lema *Per varios usus artem experiencia fecit (Manilus), sit modus in rebus.* El concursante fue el francés Aimé Laussedat, un ingeniero que había participado en la medida de la base de Madridejos y acabó siendo amigo de Carlo Ibáñez de Ibero. El premio quedó vacante.

Retrato de Antonio Aguilar y Vela (Óleo de 50x40cm), por Alejandro Cabeza (2016). *Real Instituto y Observatorio de la Armada*. San Fernando (Cádiz)

cabido siempre por los repetidos triunfos, que en su ya larga y laboriosa carrera científica ha sabido conseguir, que, en ocasión tan solemne como la actual, no ha de aminorarse mi alegría, ni mi alma es capaz de abrigar menguados sentimientos de amor propio ofendido, porque no alcance, o no acierte, a remontarme a la altura a que, con maestría suma, ha sabido elevarse mi apadrinado, en su correcto, bien meditado y oportuno escrito». Acto seguido, entró en materia con autoridad, no ha de olvidarse que su tesis doctoral se centró en la misma cuestión, señalando poco antes de concluir la influencia ejercida por el Cálculo de Probabilidades: «no solo en los progresos de las demás partes de las Matemáticas, sino en la creación inesperada y adelantamiento rápido de nuevos ramos del saber, como la Estadística…sino que, penetrando en otro terreno muy distinto, en la esfera propia de esta Academia, o campo de actividad más comúnmente explorado por sus individuos, de mano maestra nos ha descrito el origen, historia y uso general del método de los *mínimos cuadrados*, corolario precioso del Cálculo de las Probabilidades, y compendio, restringiendo mucho el sentido de las palabras, de sus múltiples é importantísimas aplicaciones científicas». A tan oportuna consideración, añadió Aguilar una nueva referencia a la Base de Madridejos, en cuya medida

intervino decisivamente el referido método: «… si bien el método de los mínimos cuadrados no ha merecido nunca, por motivos que no es necesario recordar ahora, el honor de figurar en ninguno de nuestros programas de enseñanza pública, no obstante, se estudia y aplica, cuando el asunto lo requiere, y la importancia de cierto género de investigaciones así lo exige. La prueba de esta aserción la hallareis principalmente en la obra titulada, *Base central de la triangulación geodésica de España*, que con honra del país y suya propia muy envidiable, han preparado y dado á la estampa en 1866 dos individuos dignísimos de esta misma Academia».



MONTANDO LA REGLA DE LA COMISIÓN EN MADRIDEJOS (1858). J. Laurent. Biblioteca Nacional de España

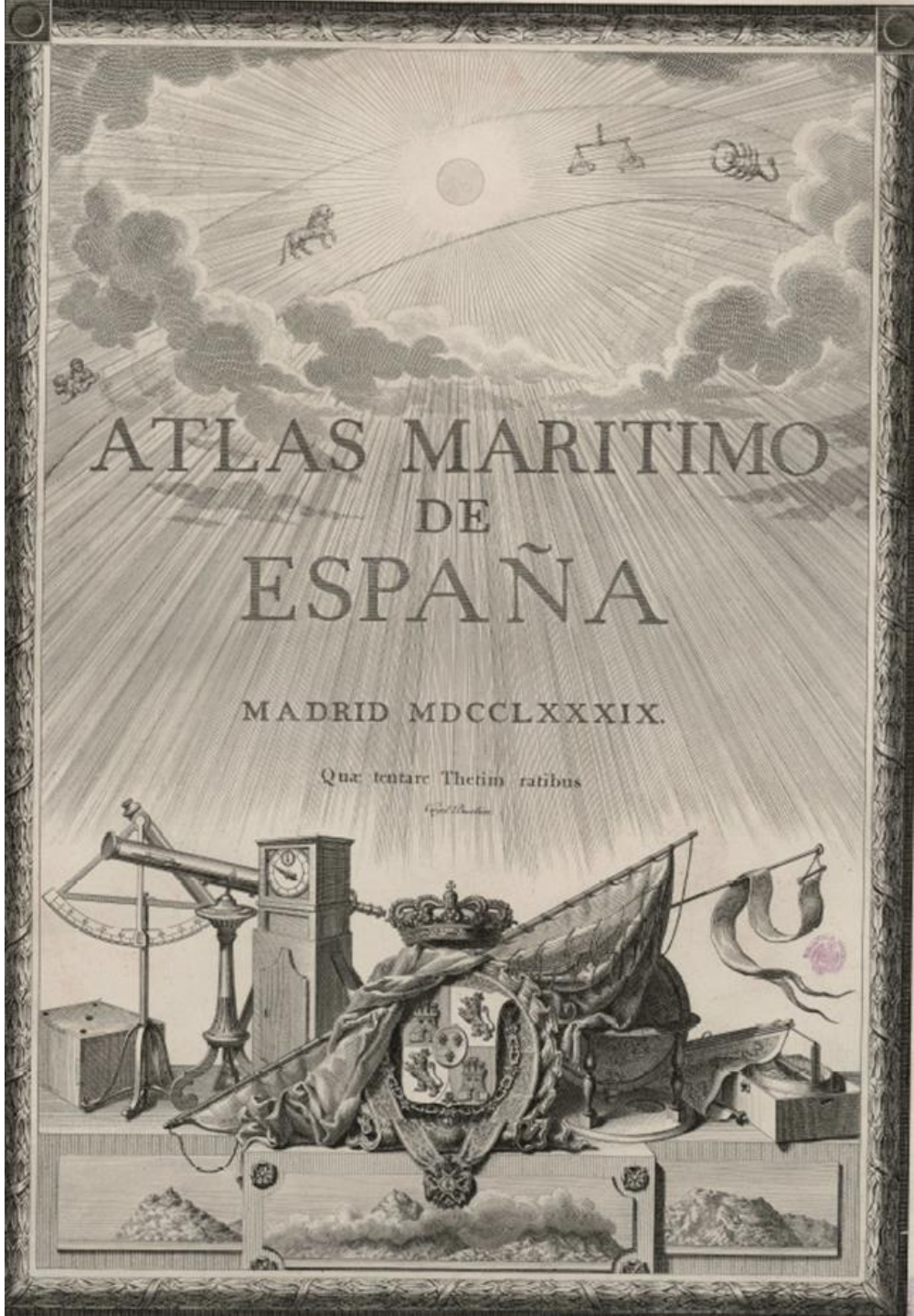
Dionisio Alcalá Galiano (1760-1815)

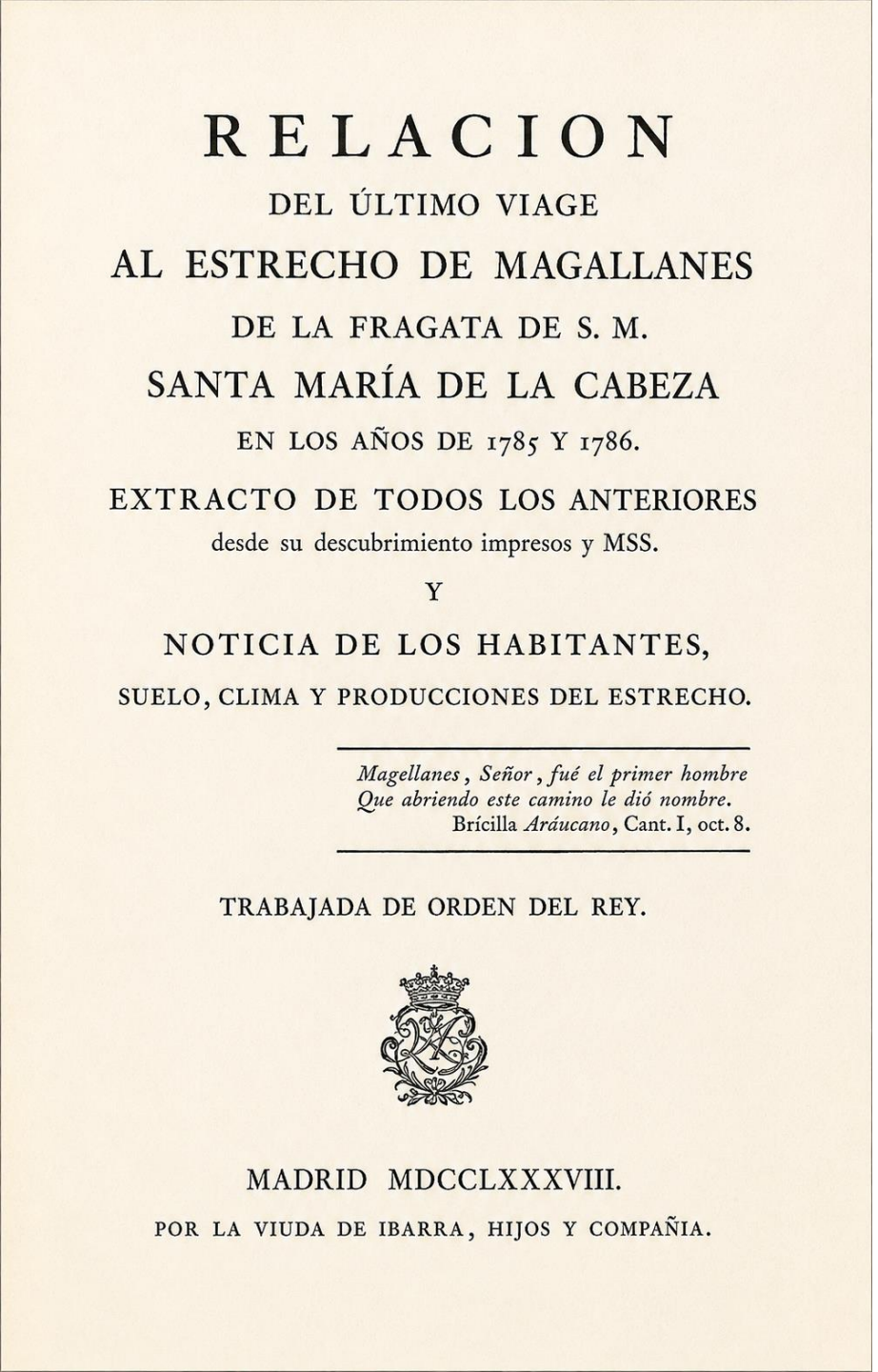
Ilustre marino egabrense con aportaciones astronómicas y cartográficas significativas, entre las que ha de subrayarse su propuesta para confeccionar un Mapa de España. Dionisio Alcalá Galiano nació en Cabra (Córdoba) y antes de cumplir quince años se hizo guardiamarina; embarcándose al año siguiente en la fragata Júpiter rumbo a América del Sur, navegando por aquellas latitudes durante dos años. Durante la travesía compaginó las actividades militares con las de astronomía náutica; aplicando los conocimientos que había adquirido en la Academia. De vuelta en España, ascendió a Alférez de navío en 1781, siendo seleccionado por Tofiño para formar parte del selecto grupo de oficiales a los que se les podrían impartir los denominados Cursos de Estudios Mayores o de Matemáticas Sublimes, que se comenzaron a impartir en el Observatorio en 1783. La astronomía y la geodesia fueron parte esencial de las enseñanzas, exponiendo los métodos astronómicos con los que determinar las coordenadas geográficas de puntos singulares; concediendo especial importancia a la observación de las ocultaciones y emersiones

de los satélites de Júpiter, para obtener la longitud. Sin embargo, la toma en consideración del *Proyecto del Atlas Marítimo de España*, encargado a Tofiño por el Secretario de Estado, Antonio Valdés, alteró sustancialmente el plan de estudios previsto por aquel. Los trabajos de campo fueron exitosos, no en vano participaron en los mismos marinos tan eminentes, como Felipe Bauzá, Vargas Ponce, José de Espinosa y Tello, Julián Ortiz Canelas, Alejandro Belmonte y el propio Dionisio Alcalá Galiano. El proyecto concluyó en el año 1789 con la presentación del Atlas* propiamente dicho y del *Derrotero de las costas de España en el Océano Atlántico, y de las Islas Azores o Terceras, para inteligencia y uso de las cartas esféricas*, aunque dos años antes se hubiese publicado el *Derrotero de las costas en el Mediterráneo y su correspondiente de África, para inteligencia y uso de las cartas esféricas* (Madrid.1787).

Alcalá Galiano se incorporó al proyecto del Atlas en el año 1784, con la misión de levantar las costas del Mediterráneo a bordo de la fragata Santa Lucia; ascendiendo a teniente de fragata el 1 de marzo de ese mismo año, mientras ejecutaba sus tareas cartográficas, cesando al año siguiente tras ser destinado al departamento de Cádiz. Poco

* La publicación del Atlas permitió calcular por primera vez la superficie de la España peninsular, tal como hizo Tofiño al final de la introducción del segundo derrotero: «De todo lo dicho resulta que hay 15762 leguas marítimas de 20 en grado en la superficie esférica de España, o 10891 leguas cuadradas de 8000 varas cuadradas cada una, excluso Portugal, aproximando el cálculo hasta los cien milésimos de milla».





RELACION

DEL ÚLTIMO VIAGE

AL ESTRECHO DE MAGALLANES

DE LA FRAGATA DE S. M.

SANTA MARÍA DE LA CABEZA

EN LOS AÑOS DE 1785 Y 1786.

EXTRACTO DE TODOS LOS ANTERIORES

desde su descubrimiento impresos y MSS.

Y

NOTICIA DE LOS HABITANTES,

SUELO, CLIMA Y PRODUCCIONES DEL ESTRECHO.

Magellanes, Señor, fué el primer hombre
Que abriendo este camino le dió nombre.
Brícilla *Aráucano*, Cant. I, oct. 8.

TRABAJADA DE ORDEN DEL REY.

MADRID MDCCLXXXVIII.

POR LA VIUDA DE IBARRA, HIJOS Y COMPAÑIA.

después fue reclamada su presencia en la Santa María de la Cabeza, comandada por el capitán de navío Antonio de Córdoba, para unirse a la expedición que debía reconocer el estrecho de Magallanes. Tanto él, como Alejandro Belmonte, que también había colaborado en el Atlas de Tofiño, se encargarían de las observaciones astronómicas, geográficas, magnéticas y de la atención de los relojes y otros instrumentos embarcados. Ocasionalmente combinaron las indicaciones de las longitudes, proporcionadas por los relojes, con su determinación a través de medidas continuadas de las distancias del Sol a la Luna, en cuanto a las latitudes, se calcularon mayoritariamente a partir de las alturas meridianas del Sol, es decir en los instantes en que alcanzaba su mayor altura sobre el horizonte. Asimismo, fueron ellos los encargados de los derroteros con que se acompañó la publicación que dio cuenta de la expedición: *Relación del último viaje al Estrecho de Magallanes de la Fragata de Santa María de la Cabeza en los años de 1785 y 1786.* Gracias a sus múltiples observaciones se pudieron confeccionar las tablas que resumían todos los datos técnicos del viaje y que se incorporaron a la misma; así como un mapa general del Estrecho y planos detallados de varios de sus puertos. La conclusión del viaje fue su travesía no era aconsejable por su peligrosidad, recomendando que la comunicación entre los dos océanos se efectuara por el tormentoso Cabo de Hornos.

Además de este mapa general, levantaron planos más detallados de varios puertos del Estrecho

VIAGE DE IDA.

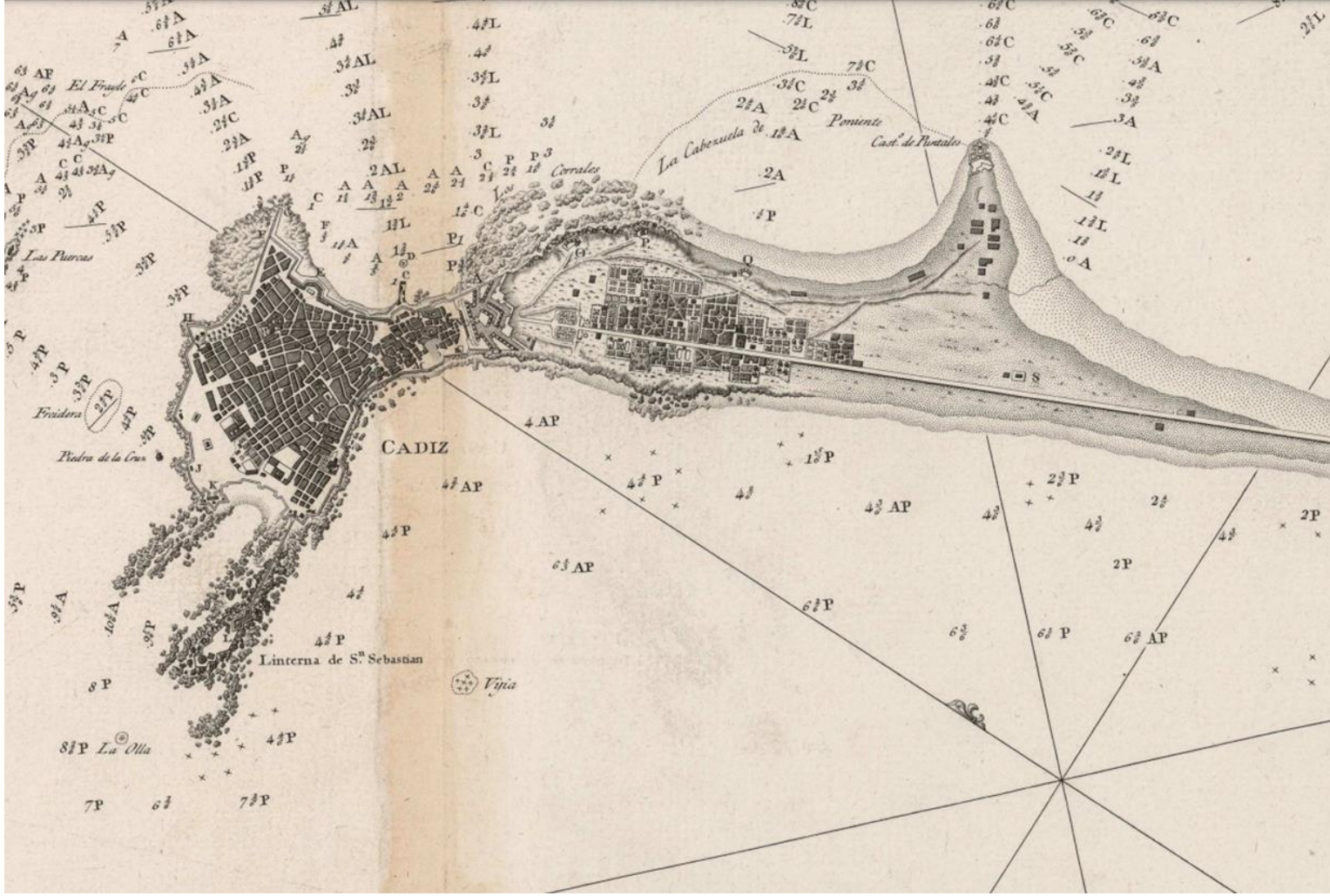
Tabla, que manifiesta el estado del Termómetro de Reaumur, y la situacion de la Fragata á las 12 del dia: la alteracion de la estima en rumbo y distancia, deducida por el cotejo del punto de estima con el de observacion: las mutaciones del tiempo; y algunas variaciones de la Aguja, determinando el parage en que fueron observadas.

Dias del mes. Octubre.	Estado del Termómetro.	Latitud.	Longitud.	Alteracion de la estima.	Vientos, su fuerza y estado del mar.	Carices.	Variaciones de la Aguja.	En latitud.	En longitud.
				Millas.					
9	20°, 9	... N....	... O....	...00.....	N. bonancible, y por intervalos calma.	Claro.	... N O ...	... N ...	... O ...
10	20, 3	36°..01′	00°..05′	S. 69°. E.. 20	Idem.	.....	.....	.....	.....
11	20, 5	35...05	01...26	S. 55. O.. 24	Del primer quadrante bonancible.	.....	T.ª * 20°. 00′	35°..02′	01°.. 39′
12	20, 0	34...14	02...38	S. 12. O.. 12	Idem.	.....	M.ª * 19.. 30	34...05	02... 52
13	20, 2	32...49	04...40	S. 18. E.. 16	Del N E. al E. fresquito.	Celagería suelta..	..... 00....	00....	00....
14	20, 2	31...05	06...38	S. 42. E.. 12	Del E N E. del N E. fresquito.	.....	..... 00....	00....	00....
15	20, 3	29...15	08...28	S. 09. E.. 24	Del E N E. fresco: mar del N N O.	Toldado.	..... 00....	00....	00....
16	20, 3	28...18	09...29	S. 22. O.. 17	Del E. al N E. al N. y N O. bonancible.	Celagería.	T.ª .. 16°. 01	28...00	09...43
17	20, 5	26...30	10...46	S. 13. E.. 12	Del primer quadrante fresquito: mar llana.	Celagería suelta..	..... 00....	00....	00....
18	20, 7	24...40	11...33	S. 01. E.. 07	Del N E. al E N E. fresco.	.....	..... 00....	00....	00....
19	20, 7	22...30	12...36	S. 32. O.. 18	Idem.	.....	T.ª. * 14°. 36	22... 14	12... 50
20	21, 5	20...35	13...35	S. 56. O.. 11	Idem.	.....	..... 00....	00....	00....
21	22, 7	17...50	13...59	S. 23. O.. 30	Idem.	.....	..... 00....	00....	00....
22	24, 2	15...37	13...57	S. 37. O.. 04	Idem.	.....	T.ª * 12.. 30	15... 10	14...00
23	24, 2	13...42	14...10	S. 70. O.. 16	Idem.	.....	..... 00....	00....	00....
24	25, 0	11...34	14...07	S. 48. E.. 05	Idem.	Celagería gruesa.	..... 00....	00....	00....
25	24, 4	10...42	14...01	S. 11. O.. 14	Varios y bonancibles, calma por intervalos.	.....	T.ª * 10.. 09	10... 30	14...03
26	25, 2	09...25	14...11	N.53. O.. 06	Del E N E. al E S E. bonancible, mar del S S E.	Celagería.	T.ª .. 09.. 32	09...08	14... 11
27	24, 8	08...26	14...43	N.48. O.. 18	Del E. al S E. bonancible.	.....	T.ª * 10.. 38	08... 20	14... 42
28	25, 5	08...20	14...43	N.03. O.. 14	Del E. calmoso: calmas.	.....	M.ª .. 11.. 48	08... 22	14... 42
29	25, 2	07...58	14...33	S. 34. E.. 17	Ventolinas del 4° quadrante: calma.	.....	..... 00....	00....	00....
30	24, 9	07...53	14...38	N.64. O.. 14	Idem.	.....	T.ª .. 11.. 12	07... 51	14... 38
31	25, 3	07...15	14...38	N.01. O.. 08	Del N N E. al N E. bonancible.	Despejado.	T.ª .. 11.. 04	07...05	14... 36
Noviembre.									
1°	25, 0	06...24	14...34	S. 89. E.. 10	Varios y bonancibles.	Acelajado.	T.ª .. 10.. 48	06... 21	14... 38
2	25, 2	05...34	14...57	N.31. E.. 05	Del S S E. floxo: mar del S.	Aturbonado.	T.ª .. 09.. 11	05... 16	15...02
3	25, 0	04...47	15...22	....00. E.. 05	Del S S E. al S E.	.....	M.ª .. 10.. 34	04... 52	15... 18
4	23, 9	04...10	15...43	N.66. E.. 36	Varios y bonancibles del 2.° quadrante, chubascos y turbonadas.	Acelajado.	..... 00....	00....	00....
5	24, 0	03...27	16...35	.....	Idem.	.....	..... 00....	00....	00....
6	24, 0	03...21	16...10	.....	Idem.	.....	T.ª .. 09.. 42	03... 17	16... 14
7	24, 0	02...48	16...29	N.62. E.. 05	Idem.	.....	T.ª .. 09.. 39	02... 33	16... 45
8	24, 0	01...39	17...50	N.51°.O.. 21	Del S E. al S S E. fresco.	Celagería suelta..	..... 00....	00....	00....
9	23, 2	00...41	18...46	N.69. O.. 22	Del S E. fresquito.	.....	M.ª .. 09.. 15	00... 56 S	18... 36
	.....	.... S....	.....	.....					
10	24, 5	01...15	19...36	S. 62. O.. 09	Idem fresco: mar del viento.	.....	T.ª * 07.. 05	10... 39	19... 52

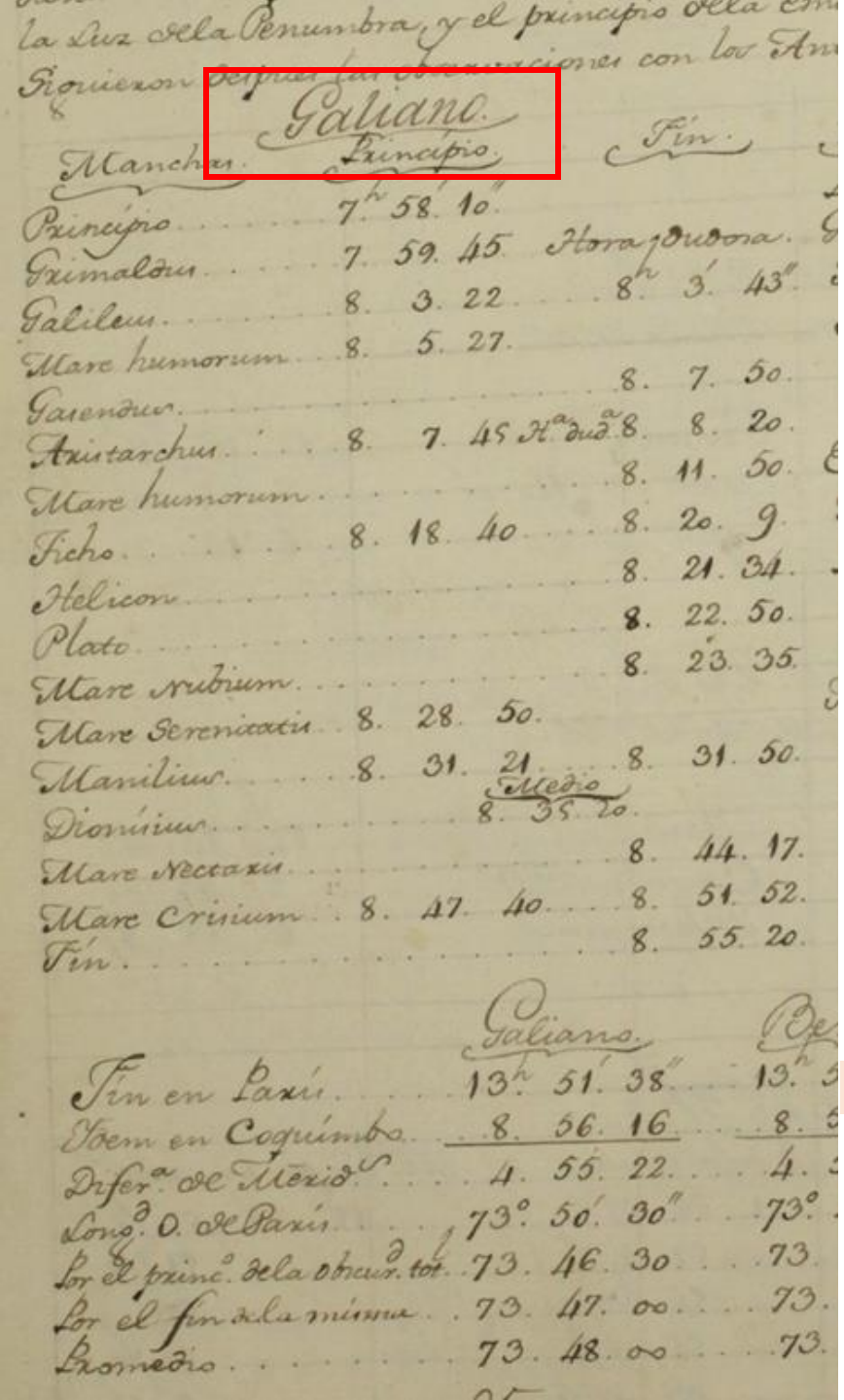
VIAGE DE VUELTA.

Dias del mes. Marzo.	Estado del Termometro.	Latitud.	Longitud.	Alteracion de la estima.	Vientos, su fuerza y estado del mar.	Carices.	Variaciones de la Aguja.	En latitud.	En longitud.
		S	O	Millas.			N E	S	O
18	09°, 5	52°..04′	61°..18′	...00.....	Del N O. al O. fresquitos, mar gruesa del N E.	Claro.....	T.ª * 23°. 12′	51°..40′	60°.. 50′
19	09, 8	50...56	58...59	S. 60°. E.. 06	Del O. al S O. idem, mar gruesa del N.	.....	M.ª * 23.. 00	50... 20	59... 45
20	09, 5	49...22	56...42	N.83. E.. 10	Del S O. al S. y al E. abonanzando, mar idem.	.....	T.ª * 22.. 38	49... 20	56... 30
21	08, 5	48...34	55...47	N.07. O.. 10	Del E. al S E. bonancible, poca mar.	Alguna celagería.	T.ª .. 19.. 36	48... 21	55... 25
22	09, 4	47...09	53...46	N.12. O.. 13	Del S E. al S. y S S O. calma N E.	Celagería gruesa.	..... 00....	00. ...	00. ...
23	09, 2	46...37	52...44	.. 00.	Del N E. al E. y S S E. refrescando mar de este último.	Obscuros.....	..... 00....	00. ...	00. ...
24	10, 3	44...32	48...53	.. 00.	Del S S E. muy fresco, mar gruesa.	Muy cargados...	..... 00....	00. ...	00. ...
25	11, 8	42...12	46...26	N.60. O.. 25	Idem cediendo.	Despejados....	..... 00....	00. ...	00. ...
26	12, 4	40...13	43...23	N.59. E.. 36	Del S S E. al S O. y N O. cediendo hasta quedar bonancible.	Alguna celagería.	..... 00....	00. ...	00. ...
27	15, 6	38...57	41...47	.. 00.	Del N O. al O N O. muy fresco, y de este al S S O.	Aturbonados....	T.ª .. 14.. 32	38... 45	41... 20
28	13, 8	37...33	40...13	N.01. O.. 39	Del S S O. al S E. al S. y al O S O. muy desigual en su fuerza.	Toldado.....	M.ª * 13.. 00	37... 45	40... 40
29	15, 1	35...50	37...46	S. 26. E.. 19	Del O S O. al S O. fresquitos.	.....	..... 00....	00. ...	00. ...
30	15, 4	33...54	35...56	N.76. O.. 17	Del S O. al S. bonancibles.	Celagería suelta..	T.ª .. 10.. 33	33... 35	35... 40
31	15, 9	32...10	34...31	N. 06	Del S. al E. fresquito.	Claro.....	T.ª * 09.. 13	31... 45	34... 20
Abril.									
1°	17, 6	30...30	33...41	.. 00.	Del E. al E N E. fresco	Toldado.....	..... 00....	00. ...	00....
2	17, 6	28...35	33...42	.. 00.	Del E N E. al N E. de golpe al N O. y de este al N. fresquito.	Achubascados...	..... 00....	00. ...	00....
3	19, 1	27...41	32...41	N.45. O.. 24	Del N. al N O ¼ N. fresco.	Acelajado.....	M.ª * 07.. 45	28... 10	33... 00
4	20, 6	27...21	30...37	.. 00.	Del N O. al N. idem chubascos.	Achubascados...	T.ª .. 05.. 46	27... 10	30... 20
5	20, 3	26...25	29...43	.. 00.	Del N N O. fresquito.	Toldado.....	..... 00....	00. ...	00. ...
6	20, 5	25...47	27...14	.. 00.	Del N N O. al N ¼ N E. galeno: calma.	.....	M.ª * 03.. 56	25... 45	26... 00
7	18, 9	25...09	25...58	.. 00.	Del N. al N O. floxo: calmas por intervalos.	Achubascado....	..... 00....	00. ...	00. ...
8	21, 4	24...54	25...44	.. 00.	Del N N E. al N N O. fresquito.	.....	T.ª .. 01.. 27	24... 44	25... 30
9	20, 3	24...27	24...07	.. 00.	Del N. al O N O. turbonadas recias.	Aturbonado.....	..... 00....	00. ...	00. ...
10	19, 2	24...19	23...40	.. 00.	Del 4.° quadrante desiguales en su fuerza.	Cerrado y lluvia.	T.ª .. 00.. 22	24... 15	23... 30
11	19, 9	23...49	23...05	.. 00.	Varios y calmosos: despues del S. al E. bonancible.	Nublado.....	T.ª .. 00.. 40	23... 32	23... 10
12	19, 5	22...18	23...20	.. 00.	Del E. al N. bonancibles.	Celagería obscura.	M.ª .. 00.. 38	21... 32	23... 15
13	20, 4	21...14	24...20	.. 00.	Del N E. bonancible.	Celagería clara..	... N O ...	00. ...	00. ...
14	21, 3	19...45	25...04	.. 00.	Del E N E. bonancible chubascos de agua.	Aturbonado.....	M.ª * 01.. 02	19... 50	25... 00
15	21, 3	18...28	25...32	.. 00.	Idem.	.....	M.ª * 01.. 37	18... 45	25... 30
16	21, 0	17...00	26...16	.. 00.	Del N E ¼ E. al N E ¼ N. fresquito.	Toldado.....	..... 00....	00. ...	00. ...
17	21, 0	15...57	27...02	.. 00.	Del N E ¼ E. al E. bonancible.	.....	..... 00....	00. ...	00. ...
18	21, 1	14...47	26...50	.. 00.	Del E. al E S E. desigual chubascos de agua.	Aturbonado.....	T.ª .. 00.. 48	14... 29	26... 40
19	19, 8	13...04	26...19	.. 00.	Del E ¼ S E. al N E ¼ N. bonancible.	Celagería suelta..	T.ª .. 00.. 44	12... 48	26... 10
20	20, 2	11...40	26...05	.. 00.	Del N N E. al E S E. galeno mucha lluvia.	Achubascado....	..... 00....	00. ...	00. ...
21	21, 8	10...17	25...39	.. 00.	Del E S E. galeno.	.....	T.ª * 01.. 15	09... 50	25... 20
22	21, 6	08...51	24...53	.. 00.	Del E S E. al S E. bonancible mucha lluvia.	Celagería espesa..	T.ª * 02.. 08	08... 20	24... 40
23	21, 2	07...24	23...54	.. 00.	Del S E. al E. bonancible chubascos de agua.	.....	..... 00....	00. ...	00. ...
24	21, 0	05...44	23...51	.. 00.	Del E. al S E. floxos.	Celagería clara..	T.ª * 03.. 20	05... 10	23... 45
25	21, 7	04...29	23...32	.. 00.	Del E S E. al S S E. bonancible.	.....	..... 00....	00. ...	00. ...
26	22, 2	02...40	22...57	.. 00.	Del S E. bonancible.	Claro.....	M.ª .. 03.. 54	03... 00	23... 10
27	21, 3	01...13	22...18	.. 00.	Del S E. al E. muy bonancible algunos chubascos.	.....	M.ª .. 05.. 24	01... 32	22... 35
28	24, 2	00...18	22...42	.. 00.	Calmas: ventolinas del 1.r quadrante: chubascos de agua.	Acelajado.....	M.ª * 05.. 08	00... 22	22... 40
29	21, 4	00...09 N	22...33	S. 48. E.. 08	Calmas, y despues S S E. al E S E. fresquitos.	Achubascado....	..... 00....	00. ... N	00. ...
30	21, 3	01...25	22...40	S. 76. O.. 25	Del E S E. al N E. galeno.	Celagería suelta..	M.ª * 05.. 00	01... 20	22... 30

Cuando Alcalá Galiano regresó a España se le destinó como Astrónomo al Observatorio de Cádiz, aunque no tardara en incorporarse de nuevo al equipo de Tofiño, que por entonces se ocupaba de los levantamientos de las costas gaditanas, para pasar luego a las gallegas, abordo de la fragata Loreto entre verano de 1786 y diciembre de 1781. Al año siguiente viajó a las islas azores, con la autorización del gobierno de Portugal, contribuyendo con sus trabajos y cálculos a la confección del Derrotero de las Costas de España en el Atlántico, ya referido. El 7 de enero de ese mismo año, 1788, fue destinado de nuevo al Observatorio; reconociendo en comisión de servicios, y a bordo del bergantín Grulla, los fondos del puerto de Cádiz, a la vez que cumplía con sus cometidos en ese centro, proponiendo ideas para su mejor funcionamiento.



Una de las empresas de mayor calado científico protagonizada por la marina española, fue la dirigida por Alejandro Malaspina, en colaboración con José de Bustamante; la cual recorrió las costas americanas, desde Buenos Aires hasta Alaska, visitando los archipiélagos de las Marianas y las Filipinas, alcanzando Nueva Zelanda y Australia. De la

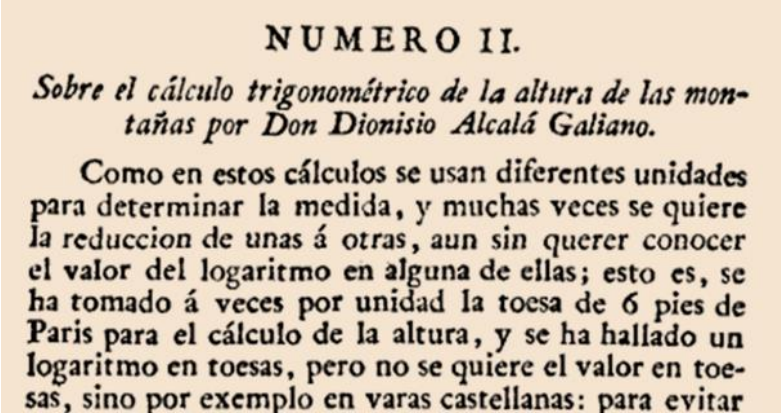


importancia de su cometido, da idea la imprescindible *Recopilación Observaciones astronómicas llevadas a cabo por la Expedición de Malaspina, a bordo de las corbetas Descubierta y Atrevida, fundamentalmente por Alejandro Malaspina, Dionisio Alcalá Galiano, Juan Gutiérrez de la Concha, Juan Vernacci, Cayetano Valdés,* que se ofrece en la Biblioteca Virtual de Defensa (Código BMDB20150057891). Entre las efectuadas por Alcalá Galiano, figuran por ejemplo el tránsito de Mercurio por el disco solar (con indicación expresa de las horas en las que se produjeron el contacto interno y externo del planeta); las observaciones de la ocultación y emersión de varias satélites de Júpiter (a los efectos del cálculo de la longitud); la ocultación de estrellas por la Luna y la identificación de muchos de sus cráteres; la determinación de la latitud del Puerto Deseado, promediando el valor obtenido con varias estrellas, y otras observaciones magnéticas. En el transcurso de la expedición ideó un procedimiento para calcular la latitud del lugar mediante la observación de alturas iguales del Sol (1790); llegados a Nueva España, Alcalá Galiano fue puesto al frente de la Comisión encargada de los asuntos geográficos y astronómicos.

Identificación de detalles en la Luna y cálculo de la longitud del lugar, por Dionisio Alcalá Galiano. Expedición de Malaspina.

Aunque quedara fuera de su misión, parece obligado hacer un paréntesis para reseñar, por su singularidad, la medida de la altitud del volcán del Chimborazo, que realizó Alcalá Galiano cuando la expedición alcanzó la ciudad de Guayaquil (1790). Para ello ideó un procedimiento topográfico,

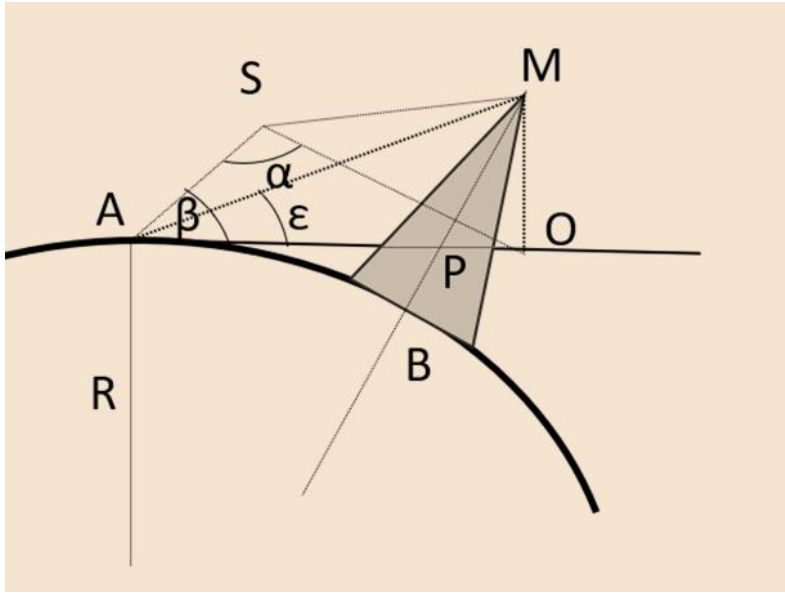
que describió en el artículo *Sobre el cálculo trigonométrico de la altura de las montañas,* reproducido por Espinosa en sus *Memorias sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles en distintos lugares del globo* (1809). Usando un lenguaje moderno, vino a decir: se mide una base AS en la planicie sobre la que se asienta la montaña. Desde sus extremos se miden los ángulos α y β que fijan la posición de su cumbre (M), estacionando un teodolito en los mismos. Aplicando luego el teorema del seno se calcula el lado AO, siendo O la proyección de M sobre el plano horizontal, tangente a la Tierra en A. Se mide después el ángulo de elevación ε, para deducir el valor de la altura MO = AO tg ε. La altitud sería aproximadamente igual a la suma del segmento MO (≈MP) y del PB, calculando este por la fórmula $PB \approx AO^2/2R$, siendo R el radio de la Tierra. Alcalá Galiano desveló en su trabajo que había empleado ese procedimiento en Guayaquil, para calcular la altura del Chimborazo, y que una vez corregidos por refracción los ángulos verticales y tenida en cuenta la altitud de la planicie sobre el nivel del mar, resultarían unas 3221 toesas, equivalentes a 7505 varas castellanas.



NUMERO II.

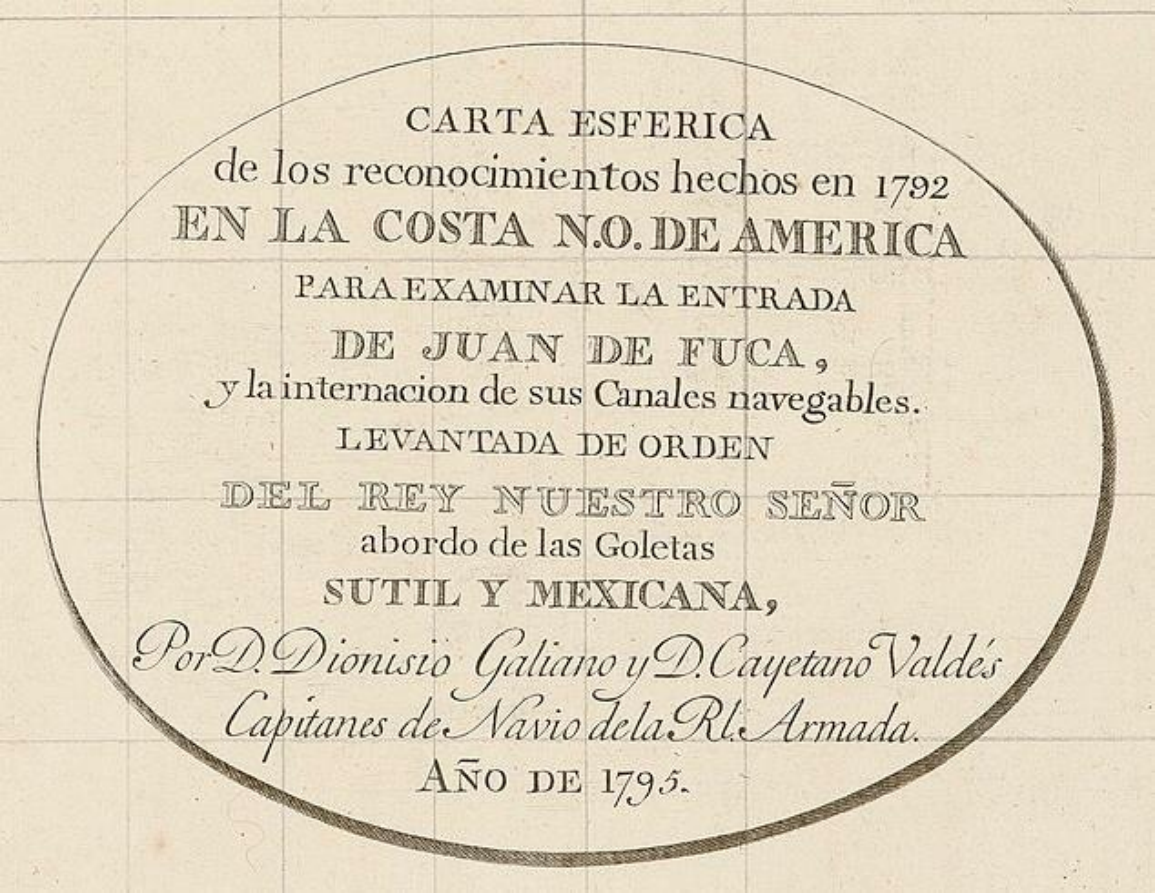
Sobre el cálculo trigonométrico de la altura de las montañas por Don Dionisio Alcalá Galiano.

Como en estos cálculos se usan diferentes unidades para determinar la medida, y muchas veces se quiere la reduccion de unas á otras, aun sin querer conocer el valor del logaritmo en alguna de ellas; esto es, se ha tomado á veces por unidad la toesa de 6 pies de Paris para el cálculo de la altura, y se ha hallado un logaritmo en toesas, pero no se quiere el valor en toesas, sino por exemplo en varas castellanas: para evitar



Una de las misiones con mayor dificultad que tuvo que emprender Alcalá Galiano fue el reconocimiento del litoral noroeste del continente, relacionado de una u otra forma con la búsqueda del mítico estrecho de Anián; que supuestamente conectaba a los dos grandes océanos. El trabajo lo efectuó en colaboración con Cayetano Valdés, también Capitán de Fragata. A tales efectos se construyeron in situ dos goletas, Sutil y Mejicana, en las que zarparon desde Acapulco, rumbo a su destino, el 8 de marzo de 1792. Juntos efectuarían el levantamiento topográfico

Panorámica del Chimborazo y la Atrevida desde el Río Guayas



necesario, para estudiar la navegabilidad por el perímetro de la supuesta isla (que luego sería llamada de Vancouver), entre junio y agosto. Los mapas previos de la región eran muy poco fiables, de hecho, ambos marinos incluyeron en el suyo, publicado en 1795, la siguiente advertencia: «Los geógrafos de más renombre han asegurado desde sus gabinetes, que no existía el estrecho llamado de Juan de Fuca, en la costa N.O. de América. Estas cartas demuestran que aquella aserción es un error, así como creer que fuese esta Entrada principio de una comunicación del mar del O. de América con el mar Atlántico, lo cual se había sospechado últimamente. En la narración del viaje de las goletas Sutil y Mexicana, que está para salir a la luz (la publicó el Depósito Hidrográfico en 1802), verá el Público lo que dio origen a estos descubrimientos, el ardor y empeño con que en pocos meses se han practicado y las dificultades de toda especie que ha habido que vencer para verificar este servicio». El mapa de formato rectangular abarcaba una zona con una amplitud latitudinal de 4º15´ (entre los paralelos 47º y 51º15´, y una longitudinal de 10º 15´ (las longitudes se expresaron de distinta forma en el lado superior que en el inferior: en el primero con relación a Tenerife y en el inferior con relación a Cádiz). Finalizado el reconocimiento se trasladaron a Méjico, para entregar los resultados al Virrey Juan Vicente de Güemes, muy interesado en el asunto por los innegables condicionamientos geoestratégicos de aquellos parajes. En enero de 1794 emprendió su regreso a España, siendo ya Capitán de Navío, revisando durante el trayecto todos sus trabajos, para entregárselos a Malaspina en Madrid. A finales del año siguiente se produjo la detención de este, por supuesta

Isla Galiano

Se ha añadido un mapa moderno de la isla, para constatar la bondad del que hicieron los dos marinos.

conspiración, un suceso que también afectaría a Alcalá Galiano, al ser considerado sospechoso. Se le impidió continuar con sus investigaciones, obligándole a incorporarse a un nuevo destino en Cádiz. No obstante, pudo conseguir al final la documentación relativa al reconocimiento del litoral canadiense. En esa época, Alcalá Galiano, ya venía pensando en un proyecto de mayor envergadura, la confección de un mapa de España. Espinosa lo daba a conocer en las Memorias, ya citadas, añadiendo que él también había pensado en el mismo, aunque de manera completamente independiente. Comentó que estando en Manila, recibió en noviembre de 1795, una carta enviada desde Madrid por Alcalá Galiano, en la que este le hizo saber su deseo de construir dicho mapa. En otra carta del mes de enero de 1796, le concretaba a Espinosa sus intenciones de proceder de forma análoga a como se había actuado en el mapa de Francia. Hablando incluso de la medida de bases, en las cercanías de Madrid, extendiendo la triangulación a lo largo de su meridiano al resto del territorio. También concretaba los instrumentos de observación, que deberían adquirirse en Londres. Un sector de 6 pies de radio, dos cuartos de círculo de 2 y dos teodolitos de 1, añadiendo: «Yo estoy y estaré siempre por los instrumentos de mayor radio para las operaciones prolijas, y creo que para los triángulos de la meridiana serán preferibles los cuartos de círculo». Poco después refería Espinosa que el plan, que estuvo a punto de verificarse a principios del año de 1796, «se suspendió

Caricatura del generalísimo Manuel Godoy, el cual le encargó a D. Alcalá Galiano la formación de un Mapa de España

poco después por motivos que tendría la corte para ello, abandonándolo del todo y retirándose Don Dionisio Galliano a su Departamento de Cádiz»; a pesar de todo, Alcalá Galiano presentó formalmente su propuesta el 2 de octubre de 1796. Los motivos no fueron otros que la animadversión entre Godoy y Malaspina, unida a la presión del escolapio Jiménez Coronado, director entonces de la flamante Escuela de Ingenieros Cosmógrafos de Estado; cuyas ordenanzas fueron firmadas por Carlos IV el 19 de agosto de 1796. En el artículo VII se disponía: «Para que además de la ocupación del cultivo de la Astronomía tenga este Cuerpo una en que constantemente pueda emplear sus individuos con utilidad del público, es mi Real ánimo que a su cargo quede la formación de la Carta geométrica del Reyno, y de cualesquiera otras particulares o generales que de estos mis dominios se hayan de formar».

En el periodo comprendido entre 1796 y 1802, dejó de lado la actividad científica, al tener que centrarse exclusivamente en la militar; viajando a la Habana en dos ocasiones, tomando en ella el mando del navío Bahama. Fue promovido a Brigadier en 1802, retomando a finales del mismo y comienzos del siguiente sus trabajos científicos, con el encargo de formar la Carta náutica del Mediterráneo. Espinosa, como máximo responsable del Depósito Hidrográfico, dispuso el 10 de octubre de 1802, que «el Brigadier D. Dionisio Alcalá Galiano, a la sazón Comandante del navío Bahama, tomase el mando de la fragata Soledad, y desde el puerto de Nápoles,…, pasase a establecer en latitud y longitud los puertos principales de las islas y costas en la derrota a Dardanelos, Constantinopla, Esmirna, Candia, Rodas, Chipre, Alejandreta, y las costas de Siria y África, hasta el cabo Bon e isla

Galita…En obedecimiento de esta soberana resolución se hizo a la vela la fragata de la bahía de Nápoles el 30 de noviembre, llevando a su bordo cuatro relojes marinos, y varios sextantes con aparato de horizonte artificial para las observaciones en tierra». En el periodo comprendido entre 1796 y 1802, dejó de lado la actividad científica, al tener que centrarse exclusivamente en la militar; viajando a la Habana en dos ocasiones, tomando en ella el mando del navío Bahama. Fue promovido a Brigadier en 1802, retomando a finales del mismo y comienzos del siguiente sus trabajos científicos, con el encargo de formar la Carta náutica del Mediterráneo. Espinosa, como máximo responsable del Depósito Hidrográfico, dispuso el 10 de octubre de 1802, que «el Brigadier D. Dionisio Alcalá Galiano, a la sazón Comandante del navío Bahama, tomase el mando de la fragata Soledad, y desde el puerto de Nápoles,…, pasase a establecer en latitud y longitud los puertos principales de las islas y costas en la derrota a Dardanelos, Constantinopla, Esmirna, Candia, Rodas, Chipre, Alejandreta, y las costas de Siria y África, hasta el cabo Bon e isla Galita…En obedecimiento de esta soberana resolución se hizo a la vela la fragata de la bahía de Nápoles el 30 de noviembre, llevando a su bordo cuatro relojes marinos, y varios sextantes con aparato de horizonte artificial para las observaciones en tierra». En la misma memoria comentaba Espinosa que desde el 28 de diciembre hasta el 12 de enero de 1803 estuvo anclado en la isla de Milos, «para examinar de nuevo los relojes y asegurar las longitudes observadas desde la salida de Palermo»; aprovechando la estancia para levantar el plano de su puerto. Fueron variadas las correcciones que introdujeron en las cartas náuticas de

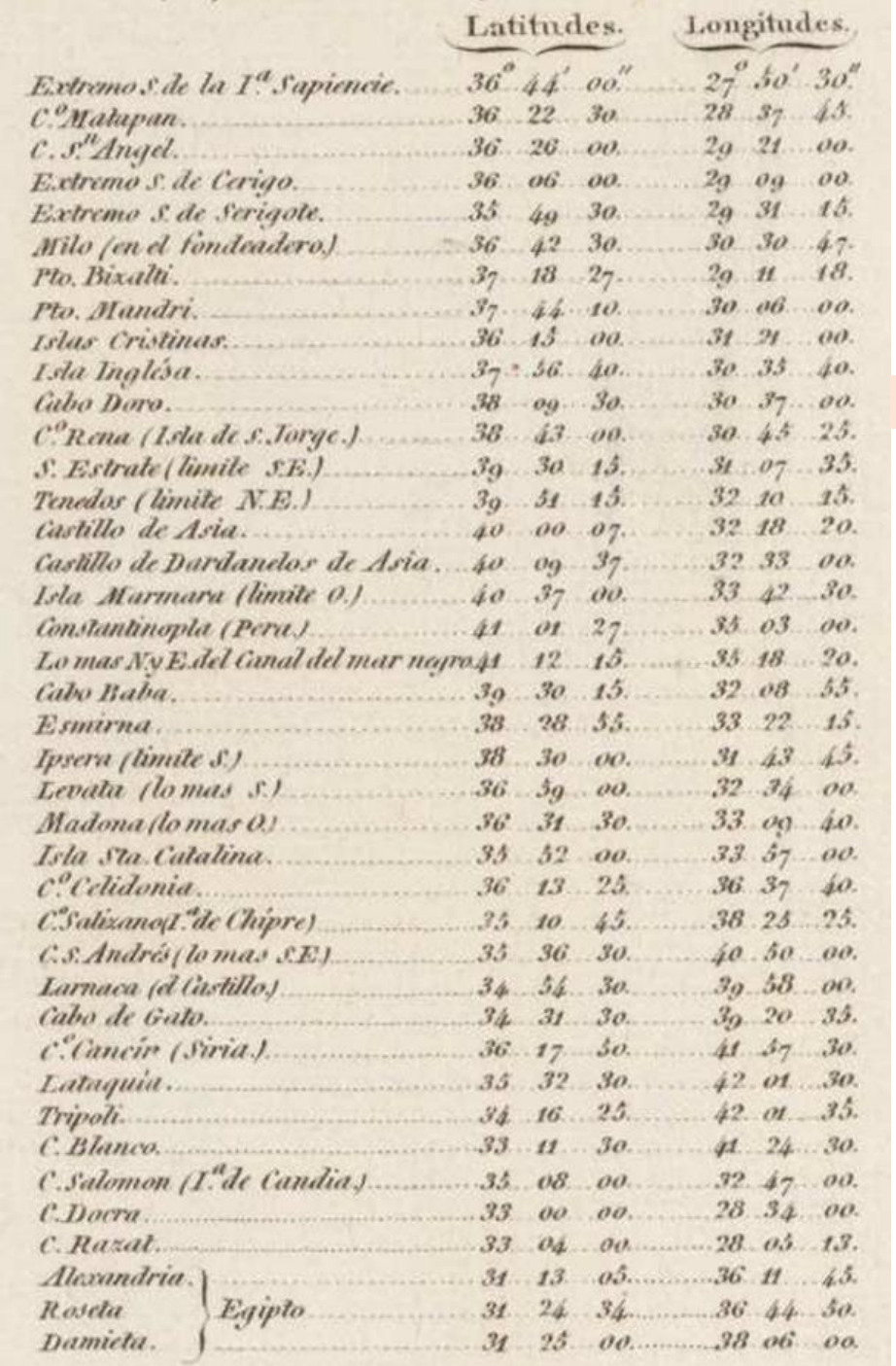
Cronómetro de Harrison

Cronómetro Barraud

la región, comprobando por ejemplo que la longitud del canal desde la entrada de Dardanelos a Constantinopla (donde fondeó el 5 de abril) era 15´mayor de lo indicado hasta la fecha. La peste desatada, les hizo fondear en Büyükdere desde el 20 de abril al 31 de mayo, efectuando el comandante y oficiales determinaciones de la latitud, además de examinar la marcha de los relojes para deducir la longitud, «sin que se pudiese observar satélite ni ocultación de estrella, porque cuando sucedieron estos fenómenos no lo permitió el cielo, que ordinariamente se carga de vapores en la noche, aún, estando el cielo sereno». Espinosa siguió describiendo la ruta, indicando que el día 2 de junio recorrió el paso de Dardanelos y entró en el golfo de Esmirna, fondeando en su puerto el día 8; allí permanecería hasta el 12, efectuando las observaciones astronómicas correspondientes. Navegó después hacia la isla griega de Rodas, costeando a continuación Siria, Trípoli y otros puertos, hasta alcanzar San Juan de Acre, al Norte de Israel. Proseguía el relato detallando la travesía de Alcalá Galiano, localizándolo en Chipre y luego en Túnez, sin dejar de hacer observaciones para obtener tanto la latitud como la longitud. La expedición concluyó en Cartagena, el día 2 de octubre, tras haber hecho cuarentena en Mallorca. Acto seguido, valiéndose de sus propios datos y de información proporcionada por la Dirección hidrográfica, confeccionó varias cartas náuticas: del Mediterráneo, las particulares del archipiélago griego, así como las del Mar de Mármara y canal del Mar Negro; remitiéndolas para

Plano de la ciudad de Constantinopla (1806), junto a una imagen de la misma presentada por *Google Earth*.

su publicación el 19 de octubre de 1805. El comentario final de Espinosa resulta emocionante: «…al tiempo que daba la vela de Cádiz, mandando el navío de Bahama para hallarse en el memorable combate que sostuvo nuestra escuadra con la inglesa al siguiente día, en cuya acción murió este distinguidísimo Oficial, siendo su pérdida una de las mayores que podía haber hecho nuestra marina».



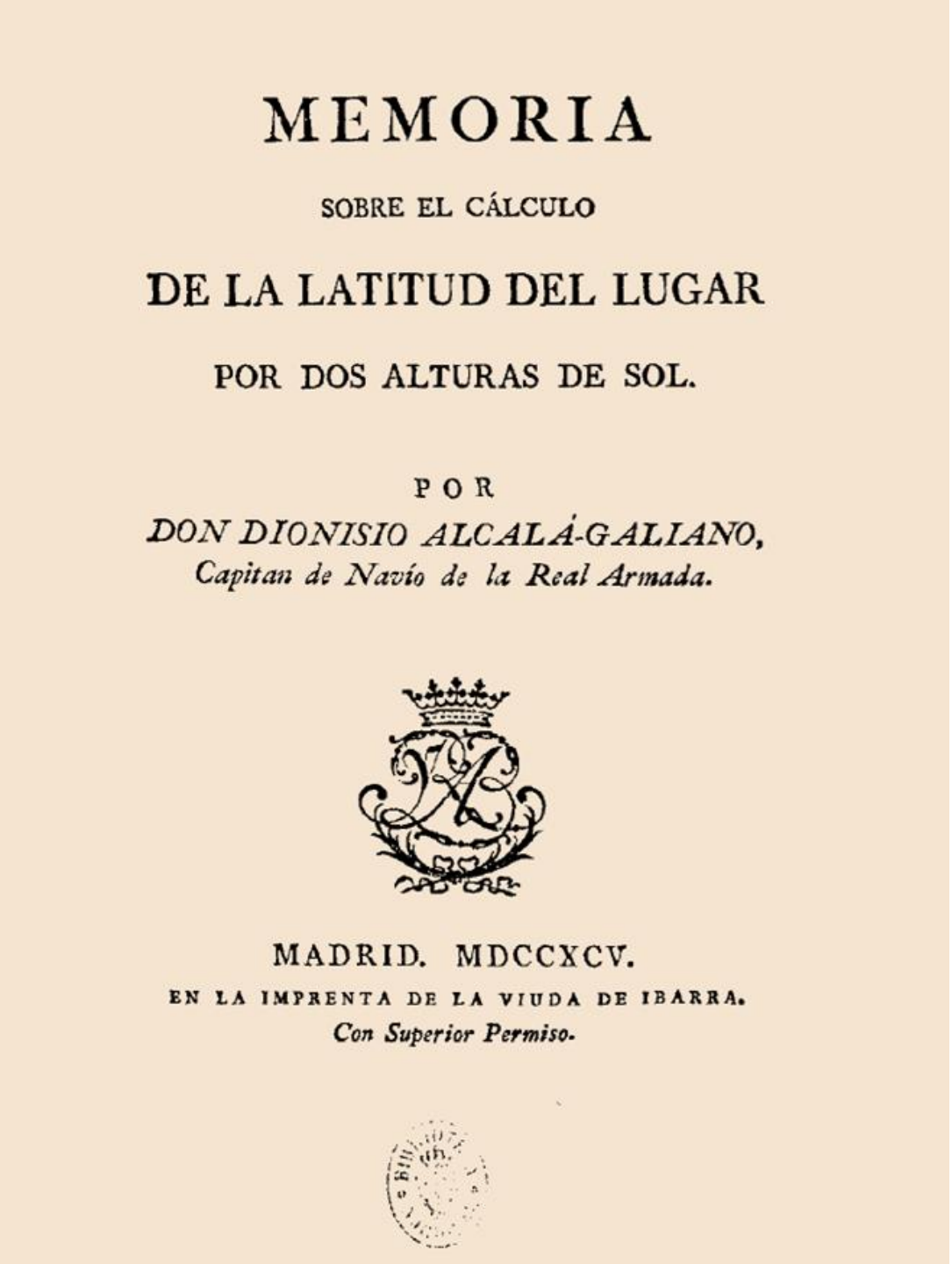
	Latitudes.			Longitudes.		
Extremo S. de la I.ª Sapiencie.	36°	44′	00″	27°	50′	30″
C.º Matapan.	36	22	30	28	37	45
C. S.ª Angel.	36	26	00	29	21	00
Extremo S. de Cerigo.	36	06	00	29	09	00
Extremo S. de Serigote.	35	49	30	29	31	15
Milo (en el fondeadero)	36	42	30	30	30	47
Pto. Bixalti.	37	18	27	29	11	18
Pto. Mandri.	37	44	10	30	06	00
Islas Cristinas.	36	15	00	31	21	00
Isla Inglésa.	37	36	40	30	33	40
Cabo Doro.	38	09	30	30	37	00
C.º Rena (Isla de S. Jorge.)	38	43	00	30	45	25
S. Estrate (limite S.E.)	39	30	15	31	07	35
Tenedos (limite N.E.)	39	51	15	32	10	15
Castillo de Asia.	40	00	07	32	18	20
Castillo de Dardanelos de Asia.	40	09	37	32	33	00
Isla Marmara (limite O.)	40	37	00	33	42	30
Constantinopla (Pera.)	41	01	27	35	03	00
Lo mas N.y E. del Canal del mar negro	41	12	15	35	18	20
Cabo Baba.	39	30	15	32	08	55
Esmirna.	38	28	55	33	22	15
Ipsera (limite S.)	38	30	00	31	43	45
Levata (lo mas S.)	36	39	00	32	34	00
Madona (lo mas O.)	36	31	30	33	09	40
Isla Sta. Catalina.	35	52	00	33	57	00
C.º Celidonia.	36	13	25	36	37	40
C.º Salizanoq.ª de Chipre)	35	10	45	38	25	25
C.S. Andrés (lo mas S.E.)	35	36	30	40	50	00
Larnaca (el Castillo.)	34	54	30	39	58	00
Cabo de Gato.	34	31	30	39	20	35
C.º Cancir (Siria.)	36	17	30	41	37	30
Latáquia.	35	32	30	42	01	30
Tripoli.	34	16	25	42	01	35
C. Blanco.	33	11	30	41	24	30
C. Salomon (I.ª de Candia.)	35	08	00	32	47	00
C. Docra.	33	00	00	28	34	00
C. Razat.	33	04	00	28	05	13
Alexandria.	31	13	05	36	11	45
Roseta (Egipto)	31	24	34	36	44	30
Damieta.	31	25	00	38	06	00

Listado con las coordenadas geográficas, relativas a la carta esférica del Mediterráneo y del archipiélago de Grecia.

Cuando Alcalá Galiano formó las primeras cartas debió sentir una cierta sensación de horror al vacío (horror vacui), que quiso atenuar colocando en el campo de las mismas varios puntos radiantes con las direcciones de los vientos, como si se tratasen de portulanos; con la particularidad de que sus bordes estaban bien divididos, mostrando las latitudes y las longitudes (con relación al meridiano de Cádiz) además de un completo listado de los lugares en los que se habían hallado las dos coordenadas geográficas. No ocurriría lo mismo en *La Carta esférica del paso de los Dardanelos del Mar de Mármara y del Canal que conduce al Mar Negro* (1806), donde incluyó una ventana con el *Plano de la Ciudad de Constantinopla y Canal del Mar Negro o Bósforo de Tracia*, añadiendo una escala gráfica de seis millas náuticas a la correcta representación del entramado urbano de la capital. En esta se identificaron los puntos en los que se había determinado el valor de la latitud y longitud, indicando también que la unidad empleada en las sondas fue la braza de seis pies

de Burgos. Es notable la rica información toponímica que aporta, así como la cuidada rotulación de la misma, extensible a la de las dos cartelas (carta y plano); asimismo hay que hacer notar lo acertado y esmerado de la elección del signo convencional usado para representar la arena de las playas.

Concluye este resumen de los trabajos geográficos de Alcalá Galiano, con un apunte sobre sus dos publicaciones astronómicas: *Memoria sobre el cálculo de la latitud del lugar por dos alturas del Sol* (1795) y *Memoria sobre las observaciones de la latitud y longitud en el mar* (1796). La primera comenzó a gestarse en la expedición de Malaspina, concretamente cuando las corbetas Descubierta y Atrevida salían del puerto de Montevideo el 15 de noviembre de 1789; así lo señalaba el autor en la presentación del libro. La determinación de la latitud se



MEMORIA

SOBRE EL CÁLCULO

DE LA LATITUD DEL LUGAR

POR DOS ALTURAS DE SOL.

POR

DON DIONISIO ALCALÁ-GALIANO,

Capitan de Navío de la Real Armada.

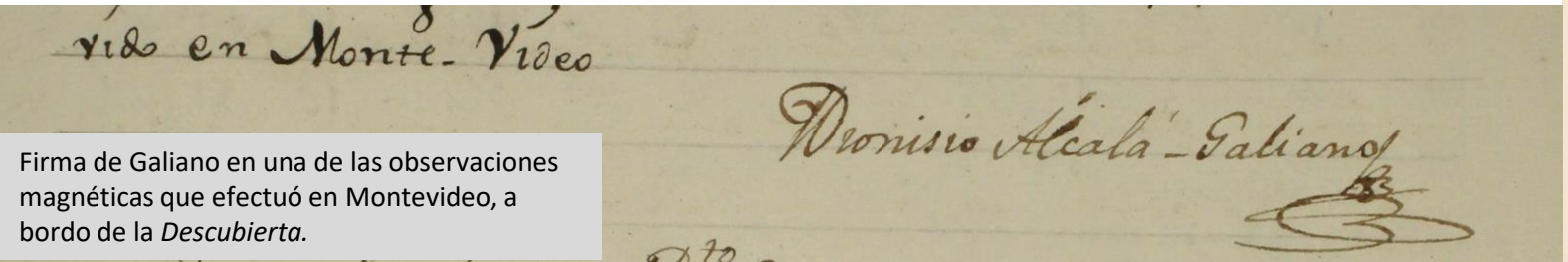
MADRID. MDCCXCV.

EN LA IMPRENTA DE LA VIUDA DE IBARRA.

Con Superior Permiso.

basó en la resolución del triángulo astronómico, o de posición, localizado sobre la esfera celeste y definido por los tres puntos siguientes: Polo Norte Celeste, Cenit y Sol (proyección del astro sobre la esfera). Los lados del triángulo son: Polo-cenit, coincidente con la colatitud (complemento de la latitud), Polo-Sol, idéntico a la distancia polar del Sol (complemento de su declinación) y Cenit-Sol, igual a la distancia cenital del Sol (complemento de su altura sobre el horizonte). Los ángulos en el Polo y en el cenit, son respectivamente el ángulo horario y el acimut; expresión de la hora y de la orientación. Conocidos tres elementos cualesquiera del triángulo de posición , se obtienen los restantes por medio de la trigonometría esférica. Alcalá Galiano obtuvo la latitud, una vez hallados el ángulo horario, la declinación del Sol y su altura; teniendo la precaución de corregir la altura por los efectos de la refracción atmosférica. La aplicación de las fórmulas trigonométricas la hizo, mediante el cálculo logarítmico; acompañado de una sobresaliente digresión sobre los errores esperados, ligados entre sí por las correspondientes relaciones diferenciales. La segunda memoria pretendía divulgar los conocimientos propios del pilotaje astronómico, pues tal como indicaba el autor «La memoria que publiqué en el año próximo pasado no está al alcance de todos, y me ha parecido conducente

manifestar su aplicación práctica». La obra comienza con una exposición de las nociones preliminares, en las que además de la graduación sexagesimal y del almanaque astronómico, se refirió el empleo de los logaritmos y el manejo del sextante. Continuó después con el cálculo de la hora verdadera y el examen del reloj (usando las alturas absolutas del Sol, mediante un anteojo y por comparación con el péndulo), analizando tanto su marcha como su estado. En el capítulo de la latitud, refiere su obtención por medio de las alturas del Sol, tras una serie de recomendaciones previas; acompañando el texto con varios ejercicios aclaratorios. Como novedad incluyó un capítulo dedicado al Cálculo de la latitud, en los crepúsculos por las estrellas , aunque estén distantes del meridiano. El capítulo siguiente, ya dedicado a la longitud, desarrolla el método de las distancias del Sol a la Luna o a una estrella, subrayando que «todo cálculo de longitud se reduce a hallar la hora que es en un mismo instante en el paraje en que se está, y en otro cuya longitud esté bien determinada, pues la diferencia de horas da la diferencia de longitudes»; destaca igualmente el desarrollo del epígrafe *Hallar la longitud por un reloj*.



Firma de Galiano en una de las observaciones magnéticas que efectuó en Montevideo, a bordo de la *Descubierta.*

MEMORIA

SOBRE LAS OBSERVACIONES

DE LATITUD Y LONGITUD

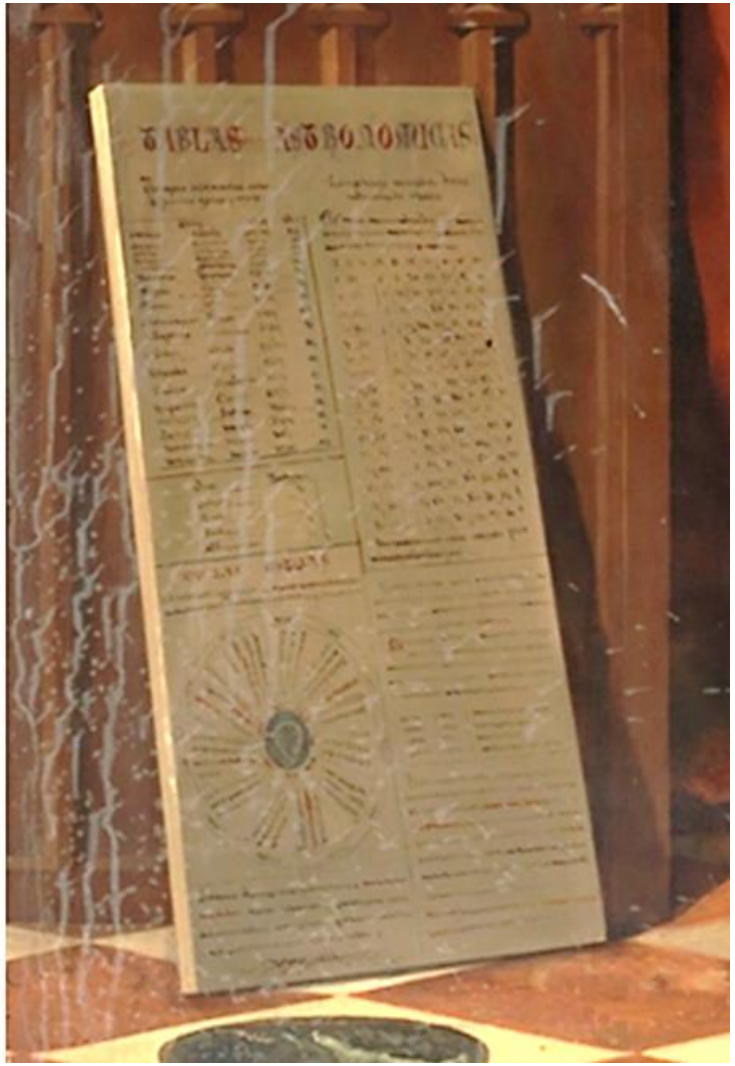
EN EL MAR.

POR D. DIONISIO ALCALÁ-GALIANO,

Capitan de Navío de la Real Armada.

En la Imprenta de la Viuda de D. Joachin Ibarra.
Año de 1796.
POR SUPERIOR ORDEN.

Alfonso X el Sabio (1221-1284)

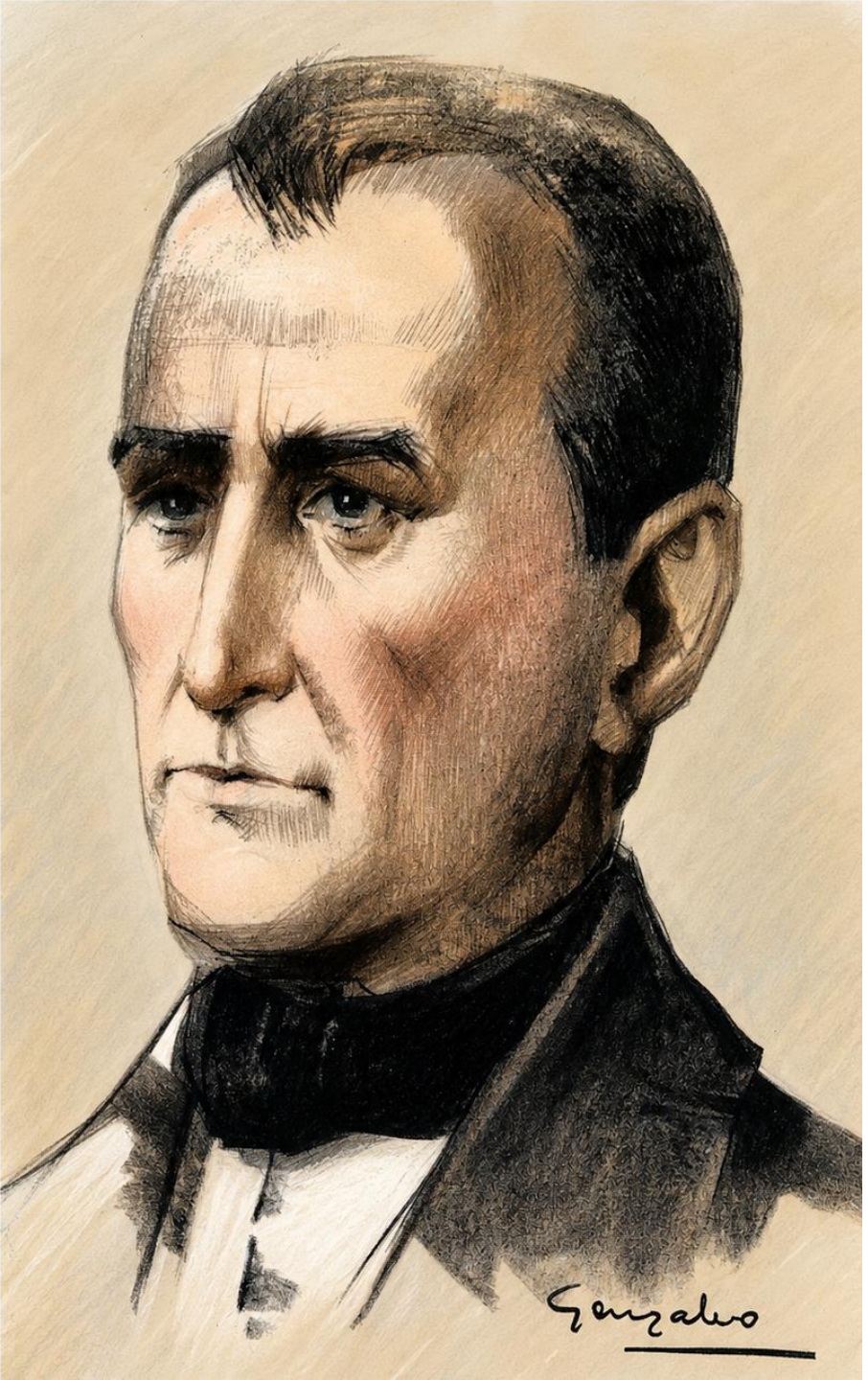


Influenciado por su madre, Beatriz de Suabia, reunió en su corte Sin embargo, Alfonso tuvo una influencia poco habitual en su época: su madre, la alemana Beatriz de Suabia, a una cosmopolita amalgama de intelectuales cristianos, judíos y musulmanes. Al reorientar la labor de la Escuela de Traductores de Toledo hacia la traducción de las obras al castellano en lugar del latín, fomentó el uso de esta lengua entonces vulgar, sentando las bases de la lengua española.

Óleo sobre lienzo de Eduardo Gimeno y Canencia. El rey posa su mano sobre un pergamino de *Las Siete Partidas*, el cual se encuentra en una mesa sobre la que se apoyan *Las Tablas Astronómicas o Alfonsíes*. La obra pertenece al Museo del Prado aunque esté depositada en el Ministerio de Justicia.

Don Alfonso el Sabio, y los libros del saber de astronomía, óleo sobre lienzo monumental, 165 x 260 cm, pintado en el año 1881 por Dióscoro Teófilo Puebla y Tolín. Museo del Prado. Depositado en el Museo Municipal de Bellas Artes de Santa Cruz de Tenerife.

Entre las obras traducidas se encontraban numerosos textos científicos y médicos de origen judío o árabe. Las Tablas alfonsinas fueron una de las aportaciones más destacadas de Alfonso X, una recopilación de datos astronómicos procedentes de la observación del cielo toledano y apoyada en las Tablas de Toledo elaboradas en el siglo XI por el astrónomo al-Zarqali y otros. Basadas en el sistema geocéntrico de Ptolomeo, las nuevas tablas se elaboraron entre 1263 y 1272 bajo la dirección de los astrónomos judíos Yehuda ben Moshe e Isaac ibn Sid; animados siempre por el Rey sabio



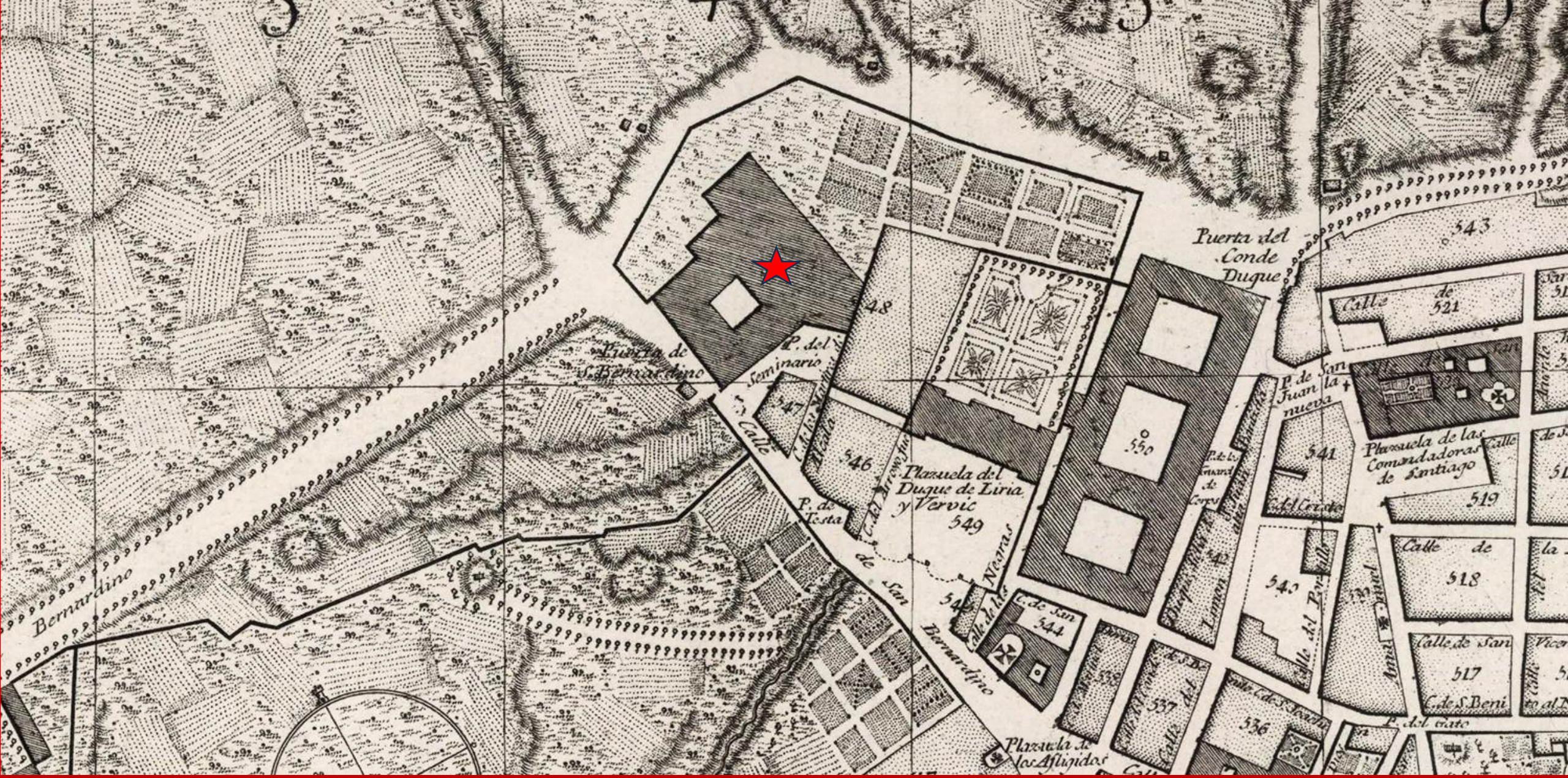
Isidoro de Antillón y Marzo (1778-1814)

Excelso geógrafo turolense que supo entender la relevancia de las observaciones astronómicas para posicionar los lugares sobre el globo terráqueo y mejorar la fiabilidad geométrica de las representaciones cartográficas correspondientes. Desde una perspectiva científica e historiográfica, Antillón representa el esfuerzo ilustrado por aplicar métodos racionales y críticos al estudio de la geografía, la historia y la organización política del Estado. Su pensamiento estuvo profundamente influido por los principios de la Ilustración europea: la confianza en la razón, la importancia de la educación y la necesidad de reformas sociales y políticas. Isidoro de Antillón y Marzo nació en Santa Eulalia del Campo, realizando allí y en Mora de Rubielos sus estudios primarios; acto seguido se trasladó a Teruel en 1790, para aprender filosofía con los dominicos, permaneciendo tres años en la capital. En 1795 obtuvo el grado de bachiller en Filosofía por Universidad de Huesca y el de bachiller en leyes por la Universidad de Zaragoza, dos años después. Mientras realizaba sus estudios en esa última ciudad, contactó con la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País, cuyos directivos valoraron de inmediato sus capacidades y lo animaron a emprender tareas geográficas; consiguiendo ser premiado por la Económica Aragonesa, en el año 1795, por el trabajo titulado *Descripción Geopónica: Corográfica, Económica, Política,*

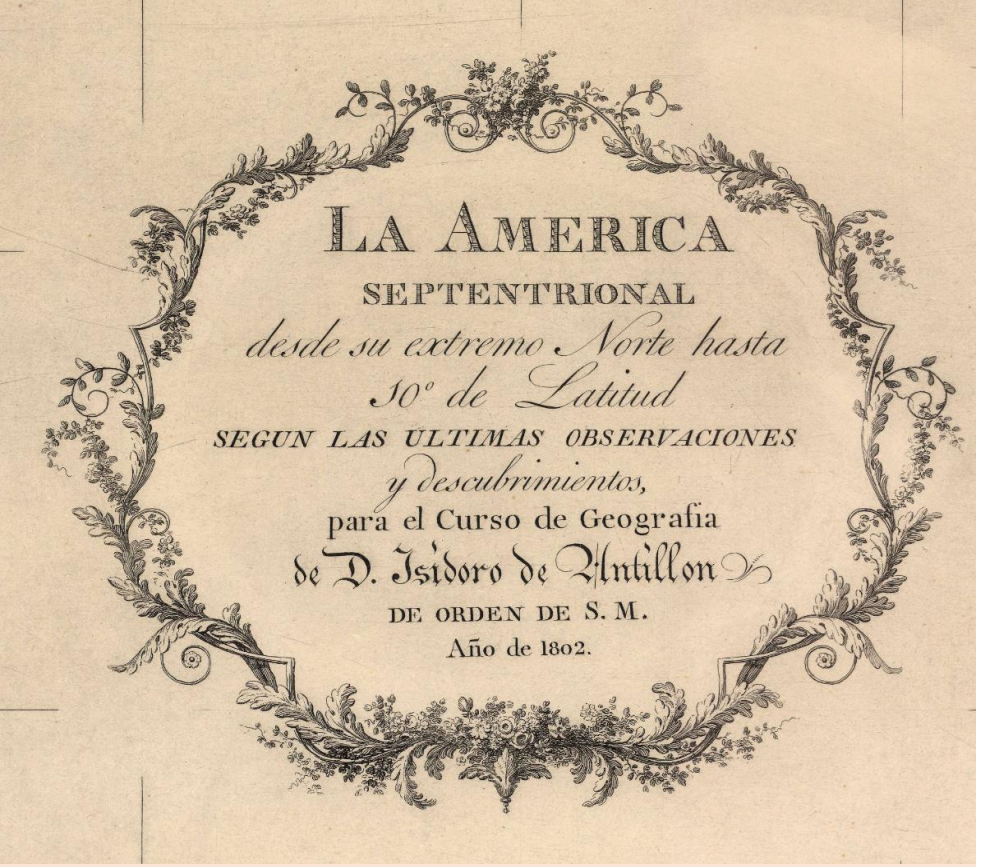
Orictográfica, Botánica del Corregimiento y Partido de Santa María de Albarracín en el Reyno de Aragón.

Vista del Real Seminario de Nobles, y ruinas causadas por el incendio de la noche del día 27 de febrero de 1804, tomada desde la casa del Eximo. Señor Duque de Liria.

Deseoso de ampliar sus conocimientos se instaló en Valencia para doctorarse en derecho, grado que consigue en 1797. Movido por los apuros económicos de su padre, preparó oposiciones para las canonjías de Burgo de Osma y Huesca, sin conseguir superarlas, a pesar de la brillantez de sus ejercicios; el motivo más probable fue el pensamiento liberal del que solía hacer gala. Tal suceso fue crucial para su carrera, ya que se olvidó de servir a la Iglesia, para consagrarse al estudio de la geografía en su más amplia acepción, decidiendo trasladarse finalmente a Madrid en el año 1799. Buena acogida tuvo Antillón en la corte, ya que no tardó en conseguir la cátedra de Geografía, Historia, Astronomía y Cronología del Real Seminario de Nobles; dedicándose a partir de entonces a la investigación geográfica y a la preparación de sus aportaciones más sobresalientes en ese campo. Como bien se apunta en la reseña que sobre él hizo la Real Academia de la Historia, su tarea principal comenzó siendo cartográfica, publicando una serie de mapas, cuyo destino final debió ser un atlas que sirviera de complemento al curso que impartía. El primero fue El grande Océano, desde el paralelo 64 de latitud Septentrional, hasta el 57 de latitud Austral, 1801; se trata de un mapa en el que dibuja las costas del que hoy es el Océano Pacífico, el cual fue incluido en un folleto titulado: Carta Esférica del Grande Océano, con un análisis en que se manifiestan los fundamentos sobre como se ha construido. Otro de los más señalados fue el mapa de *La América*



Sede del REAL SEMINARIO DE NOBLES en el Plano Geométrico de Tomás López (1785).

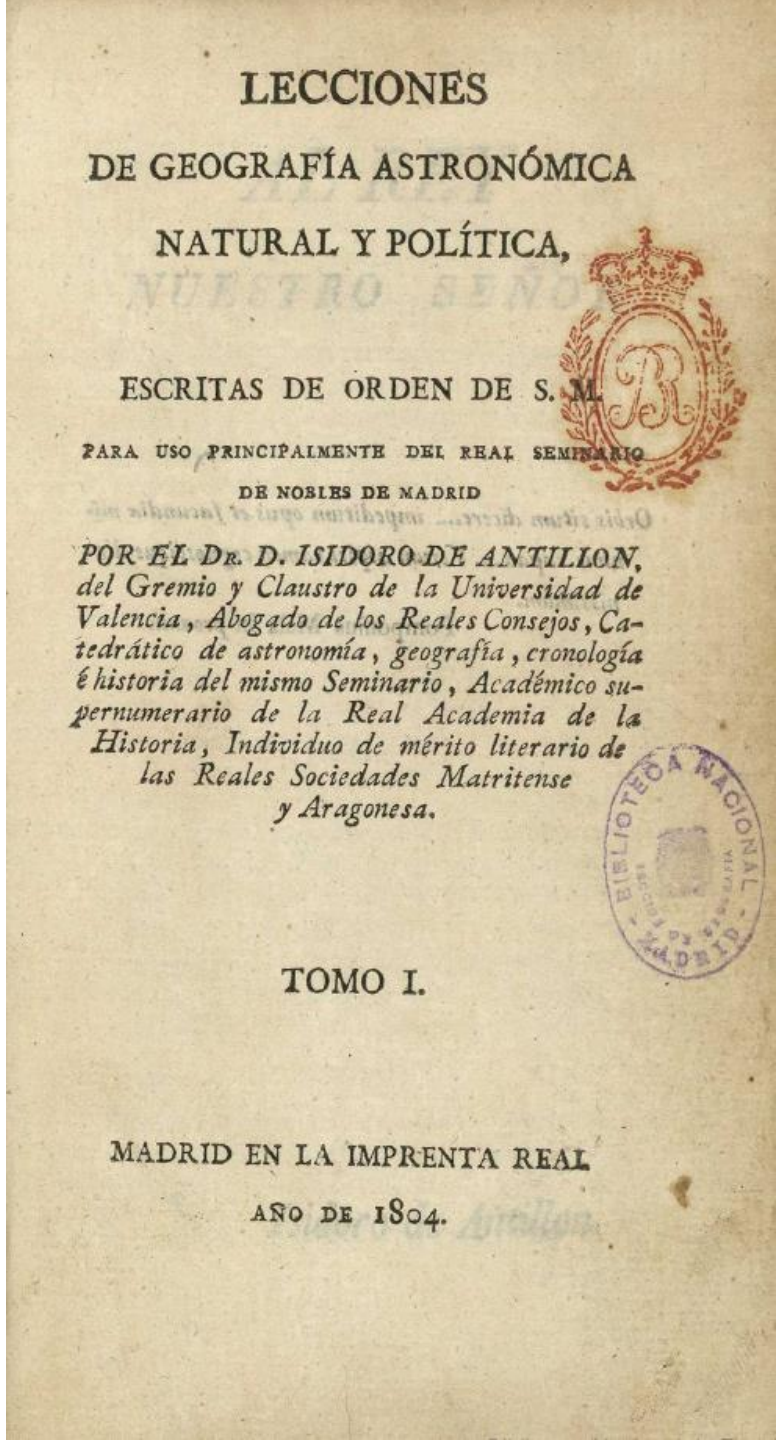


Bella cartela del mapa de América del Norte, confeccionado por Isidoro Antillón

septentrional, desde su extremos Norte, hasta 10º de latitud, aparecido en 1802. Lamentablemente no pudo contar con el soporte económico necesario para concluir el citado atlas. El mapa dibujado de acuerdo con el desarrollo cilíndrico y directo de Mercator, midió 69 cm x 9º cm, presentó la particularidad de graduar sus márgenes de dos formas distintas. En el borde menor oriental figuraban las latitudes y en el homólogo occidental las leguas marítimas de 20 al grado, a modo de escala lineal. Por lo que respecta a las longitudes, fueron referidas al meridiano de Madrid que pasaba por *El Seminario de Nobles*, figurando expresadas en grados en borde meridional, mientras que en el septentrional se hizo en horas. La falta de libros de texto, obligó a I. Antillón a preparar manuales que sirvieran de soporte didáctico a sus alumnos, los cuales aparecieron entre los años 1804 y 1808. El primero de ellos, presentado en dos volúmenes, se tituló *Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política.* En ellas se abordaron, con cierto rigor, los fundamentos de un área de conocimiento nada evidente, por sus fundamentos físicos y matemáticos. El programa lo desarrolló en trece lecciones, acompañadas de ejemplos que facilitaban su comprensión. Las centradas en el problema de la localización geográfica fueron la tercera, en donde se abordó la determinación de la latitud (la altura del polo); la séptima, referida a las latitudes y longitudes geográficas; la novena, en donde se insistió sobre el cálculo de la latitud (por alturas meridianas del Sol y de las estrellas) y la undécima, en donde se abordó la determinación de las longitudes. Antillón concedió mayor relevancia a esa última cuestión, ya que se refirió a los diferentes métodos con los que se podía obtener esa coordenada, a saber: eclipses

(de Sol, Luna y satélites de Júpiter), ocultación de estrellas por la Luna, distancias lunares y por relojes de movimiento uniforme. En la presentación de la obra citó Antillón las referencias en que se apoyó: «En el arreglo de este primer tomo me he valido principalmente de la Geografía matemática y crítica de Lacroix , de la Astronomía de Lalande, de los tratados de navegación de Bezout y de Mendoza , y de algunas obras de Mentelle ; y he procurado escoger lo que en cada uno de estos escritos me ha parecido más análogo al plan que determiné seguir en la parte astronómica de la Geografía». La advertencia con la que termina su presentación merece ser reproducida, aunque pudiera resultar disuasoria: «Doy por supuesto que los que hayan de leerle saben perfectamente los elementos de Aritmética, y no son forasteros en la Geometría y trigonometría. Sin estos principios inútilmente se emprenderá el estudio de la parte sublime de la geografía, que es un ramo de las ciencias físico-matemáticas».

En este libro evidenció Antillón sus conocimientos de geodesia geométrica y física, a la primera dedicó la lección cuarta: *Figura y magnitud de la Tierra. Diferencia del nivel aparente al verdadero. Depresión del horizonte,* y a la segunda la quinta: *Experiencias del péndulo. Teorías de Huygens, Newton y otros matemáticos, y nuevas medidas para determinar la figura de la tierra. Movimiento de esta sobre su eje, que explica perfectamente las apariencias de la revolución diurna de todos los astros. Magnitud y volumen del globo terrestre*. Las mareas también fueron objeto de su estudio, figurando en la lección XIII, con la que concluyó el tomo primero de esta obra. Las achacó a las atracciones del



LECCIONES

DE GEOGRAFÍA ASTRONÓMICA

NATURAL Y POLÍTICA,

ESCRITAS DE ORDEN DE S. M.

PARA USO PRINCIPALMENTE DEL REAL SEMINARIO DE NOBLES DE MADRID

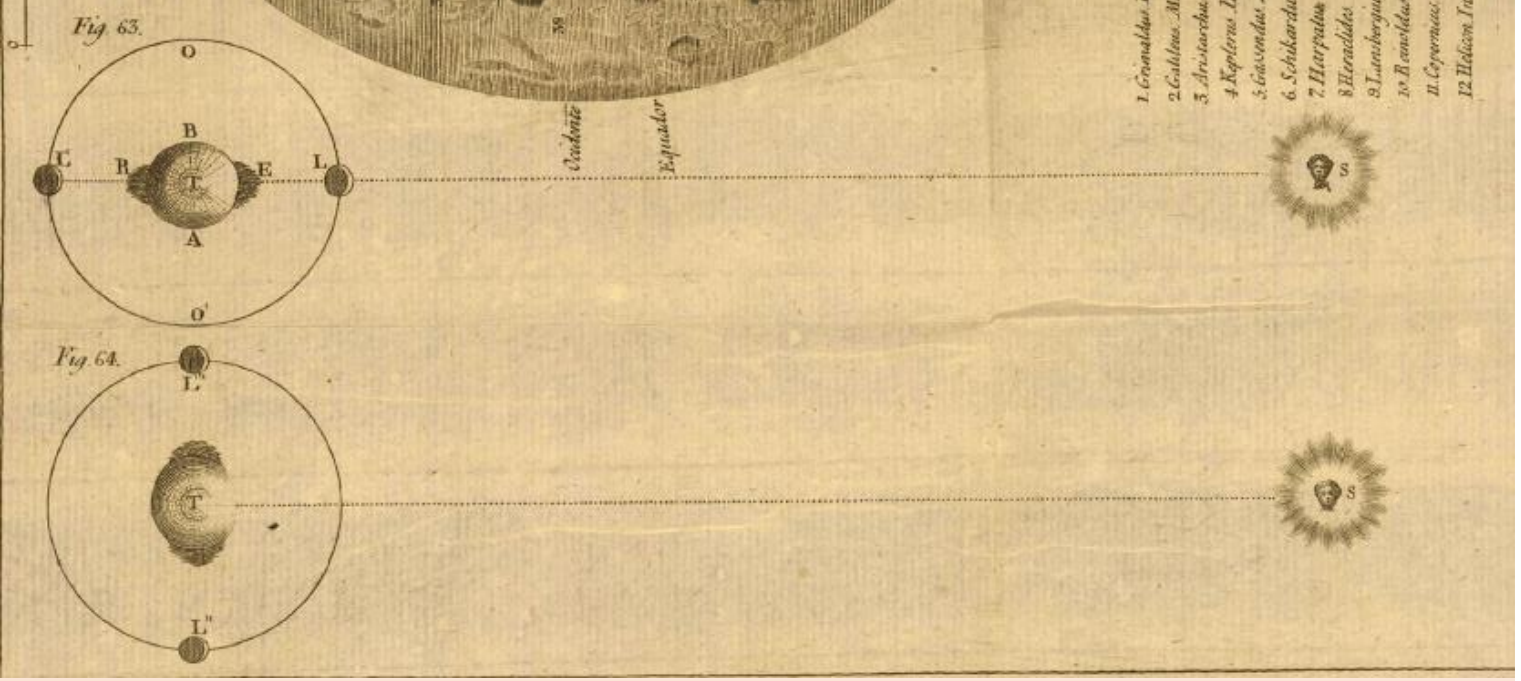
POR EL Dr. D. ISIDORO DE ANTILLON,
del Gremio y Claustro de la Universidad de Valencia, Abogado de los Reales Consejos, Catedrático de astronomía, geografía, cronología é historia del mismo Seminario, Académico supernumerario de la Real Academia de la Historia, Individuo de mérito literario de las Reales Sociedades Matritense y Aragonesa.

BIBLIOTECA NACIONAL MADRID

TOMO I.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL

AÑO DE 1804.



En la parte superior se observa parte del mapa de la Luna que se reproduce en la página siguiente.

Sol y de la Luna, remitiendo al lector, que pretendiera profundizar más en su teoría, a las obras de Bernouilli, Euler, Mac Laurin, Lalande y Laplace; prueba indirecta de su permanente interés por los libros y la lectura de los mismos. Para el examen del fenómeno se apoyó en la figura adjunta, coligiendo que: «cuando la Luna y el Sol están en conjunción y en oposición, o en el novilunio y plenilunio, deben suceder las mayores mareas; y las menores cuando estos dos astros están a 90° de distancia uno de otro, o en los cuartos creciente y menguante. En las distancias intermedias, la marea es más fuerte en los octantes, ó cuando la Luna dista 45° del Sol; pero mas débil que en las sizigias. El punto de la Tierra, donde se verifica la máxima elevación de las aguas, no es exactamente el que está debajo de la Luna, sino un punto intermediario entre la Luna y el Sol, y mas cerca de aquella que de este; porque la acción de la Luna, para producir las mareas, es casi dos veces mas considerable que la del Sol». A continuación, se refirió Antillón a las mareas diurnas, indicando que el flujo y el reflujo se producen dos veces al día, ligándolas a las culminaciones superior e inferior de la Luna: «Todos los días, en efecto, al pasar la Luna por el meridiano, o algún tiempo después, las aguas del océano suben sobre nuestras costas; en llegando á cierta altura se retiran poco á poco; cerca de 6 horas después de su mayor elevación, están en su máximo descenso, y después suben de nuevo cuando la Luna pasa por el meridiano en su parte inferior, de suerte, que la alta y la baja mar, o el flujo y reflujo se observan dos veces al día, y retardan cada día 50^{m} ½ poco más o menos, como el paso de la Luna por el meridiano».

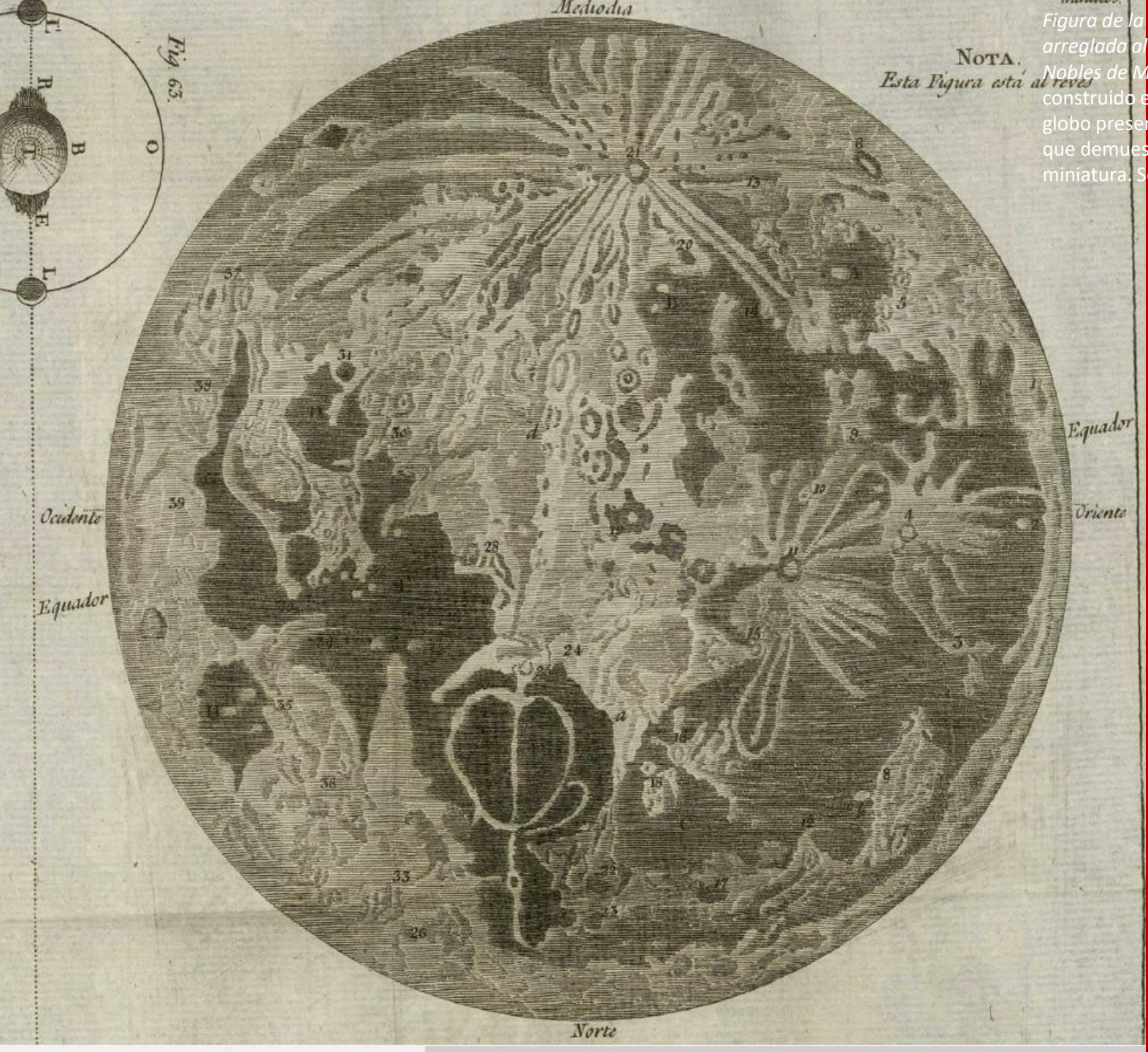
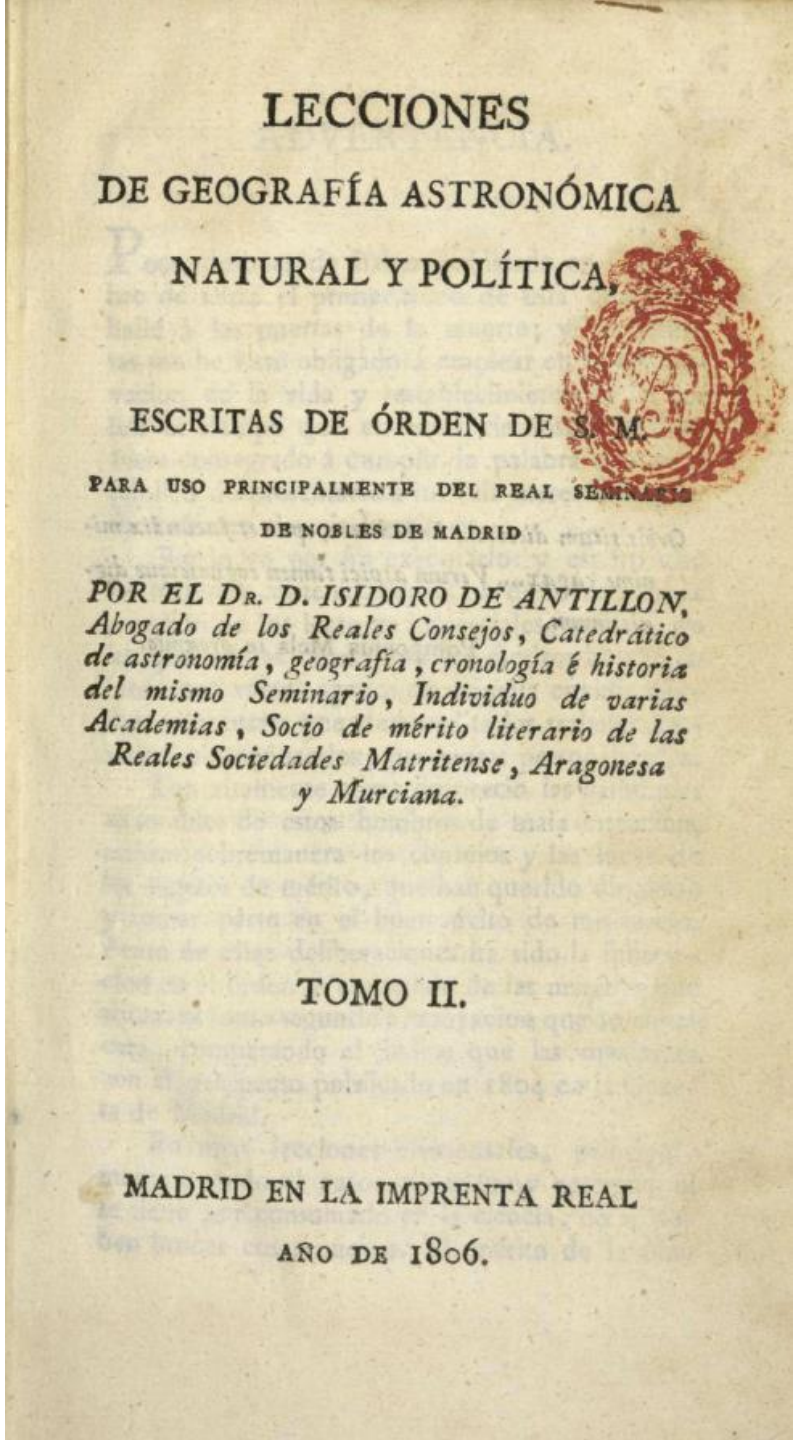


Figura de la Luna en sus libraciones medias, con el nombre de sus principales manchas, arreglada al globo lunar Roussell que posee la clase de Geografía del Seminario de Nobles de Madrid. El globo, de 12 pulgadas de diámetro sobre soporte de libración, fue construido en Londres por John Russell, en 1797. Conocido como «*Selenographia*», el globo presenta la cara visible de la Luna desde la Tierra. Tiene un montaje mecánico que demuestra la libración lunar y que también incluye un globo terráqueo en miniatura. Se conserva en *Royal Museums Greenwich*.

1. Grimaldus. Palus maraeotis.
2. Galileus. Mons audus.
3. Aristarchus. Mons Porphyrites.
4. Keplerus. Loca paludosa.
5. Gassendus. Mons Cataractes.
6. Schikardus. Mons troicus.
7. Harpalus. Ins. Sinus hyperb.
8. Heraclides. Caput mulieris.
9. Lansbergius. Insula malta.
10. Reinoldus. Mons neptunus.
11. Copernicus. Mons Ætna.
12. Helicon. Insula erroris
13. Capuanus. Regio Cassiotis.
14. Bullialdus. Insula Creta
15. Eratosthenes. Insula vulcania.
16. Timocharis. Insula corsica.
17. Plato. Lacus niger major.
18. Archimedes. (a) Aratus.
19. Insula sinus medii. (b) Vulcan.
20. Pilatus. Mare mortuum
21. Ticho. Mons Sinai.
22. Eudoxus. Mons Carpathes.
23. Aristoteles. Mons Serrorum.
24. Manilius. Insula Besbicus.
25. Menelaus. Bizantium.
26. Hermes. Mons Bodinus.
27. Possidonius. Insula macra.
28. Dionysius (d) Albategnius.
29. Plinius. Promont. Acherusia.
30. S. Theophilus. Mons Moschi.
31. Fracastorius. Lacus Thospitis.
32. Promontorium acutum, Censorinus.
33. Messala.
34. Promontorium Somnii.
35. Proclus. Mons Corax.
36. Cleomedes. Montes Riphæi.
37. Snellius. Mons Paropamisus.
38. Petavius. Petra Sogdiana.
39. Langrenus. Insula major.
40. Taruntius. Sinus phasianus.
A. Mare Humorum.
B. Mare Nubium.
C. Mare Imbrium.
D. Mare Nectaris.
E. Mare Tranquilitatis.
F. Mare Serenitatis.
G. Mare Facunditatis.
H. Mare Crisium.

El segundo tomo de las *Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política* se publicó en el año 1806, revelando el autor que la tardanza en ver la luz fue que en Diciembre de 1804, poco después de haber presentado el primer tomo, se había hallado a las puertas de la muerte; «y de resultas me he visto obligado a emplear en la conservación de la vida y restablecimiento de la salud el tiempo que en otras circunstancias hubiera consagrado a cumplir la palabra que di al público de presentarle a los seis meses el segundo volumen de mis Lecciones». En él figuran las cinco que faltaban y un interesante Apéndice o Complemento, *De las Lecciones pertenecientes a la Geografía astronómica, matemática y preliminares de la física*; destinado a enriquecer tanto el Discurso preliminar como la mayoría de las lecciones, salvo la I, XVI y XVII. En el presente contexto resulta obligado prestar atención especial a la lección XV: *Representación de la tierra en planos. Diferentes especiales y construcción de las cartas geográficas*; una verdadera lección de cartografía, en la que comenzó justificando el empleo de tales representaciones, mapas y planos, por la imposibilidad de manejar globos terráqueos en los que figurasen los detalles geográficos, dibujados a una escala que posibilitara su lectura. Se refirió seguidamente a las superficies desarrollables, cónicas o cilíndricas, asociadas a los sistemas cartográficos a las que denominó superficies *desenvolvibles*. Explicó luego los sistemas perspectivos, dependiendo de la posición del punto de vista, subrayando la importancia de la proyección estereográfica y de la ortográfica. Al referirse a la formación de los mapamundis, citó las llamadas proyecciones polares y las



LECCIONES

DE GEOGRAFÍA ASTRONÓMICA

NATURAL Y POLÍTICA,

ESCRITAS DE ÓRDEN DE S. M.

PARA USO PRINCIPALMENTE DEL REAL SEMINARIO DE NOBLES DE MADRID

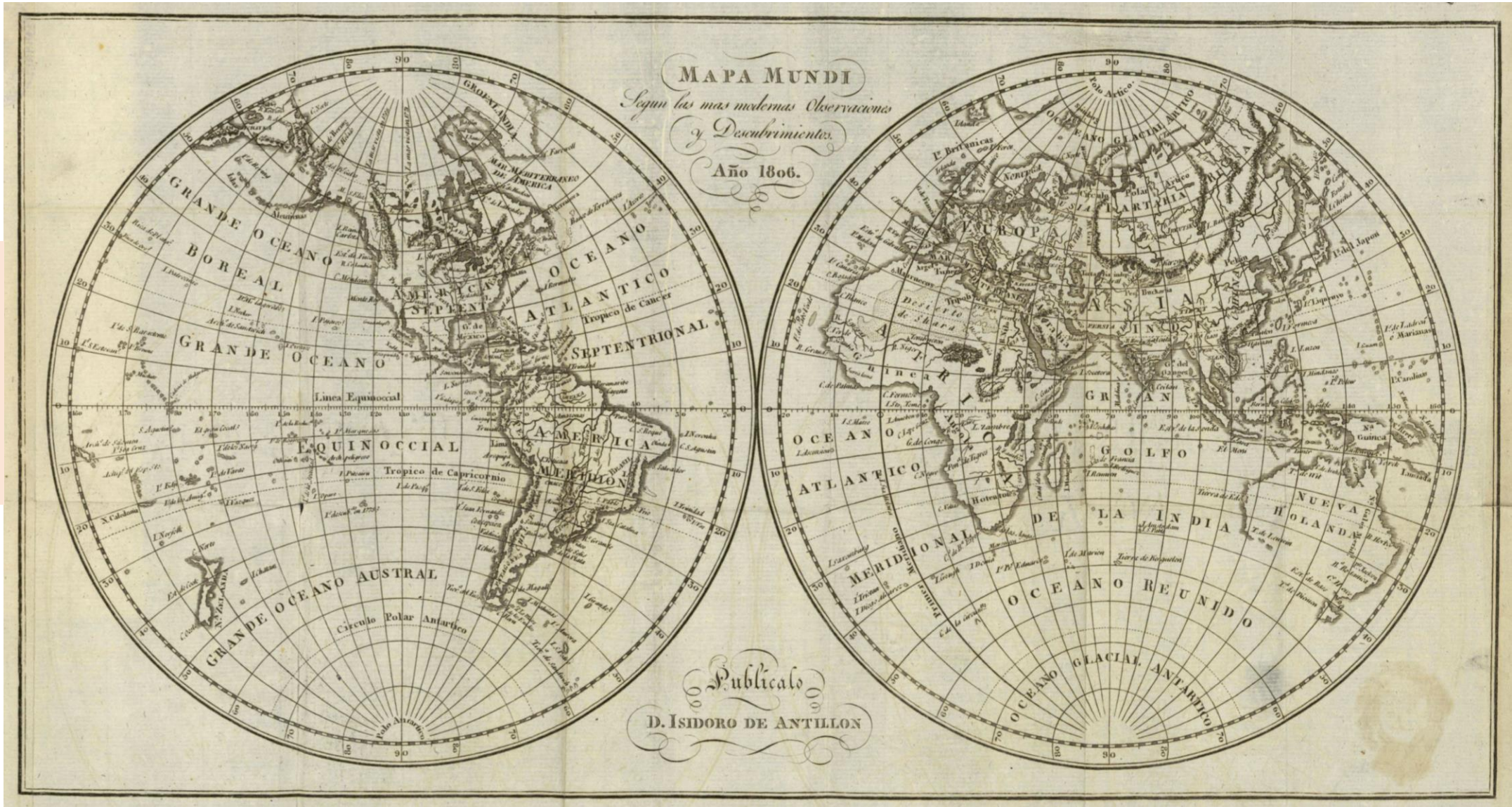
POR EL Dr. D. ISIDORO DE ANTILLON, *Abogado de los Reales Consejos, Catedrático de astronomía, geografía, cronología é historia del mismo Seminario, Individuo de varias Academias, Socio de mérito literario de las Reales Sociedades Matritense, Aragonesa y Murciana.*

TOMO II.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL

AÑO DE 1806.

proyecciones horizontales; «las primeras representan los hemisferios separados por el ecuador, y manifiestan con bastante exactitud el conjunto de las regiones circumpolares; las segundas dan los hemisferios situados encima y debajo del horizonte del lugar a que se refieren, y son las más propias para representar las regiones, que rodean este lugar y su antípoda». Antillón trató asimismo de los sistemas desarrollables, tanto cónicos como cilíndricos,

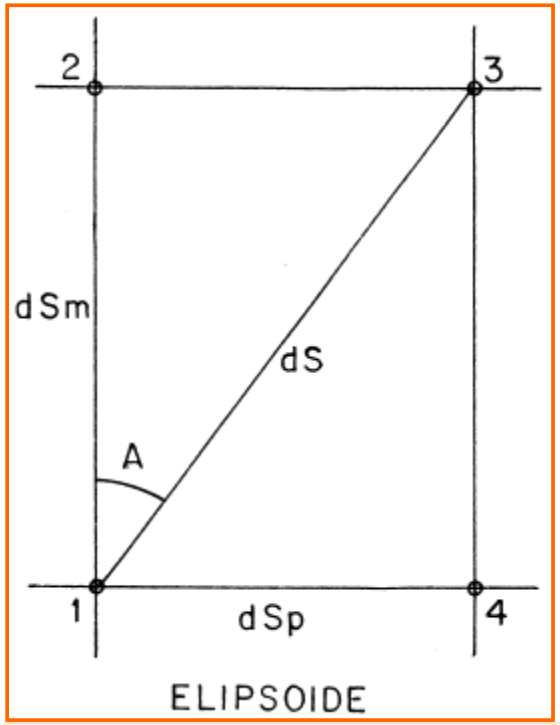


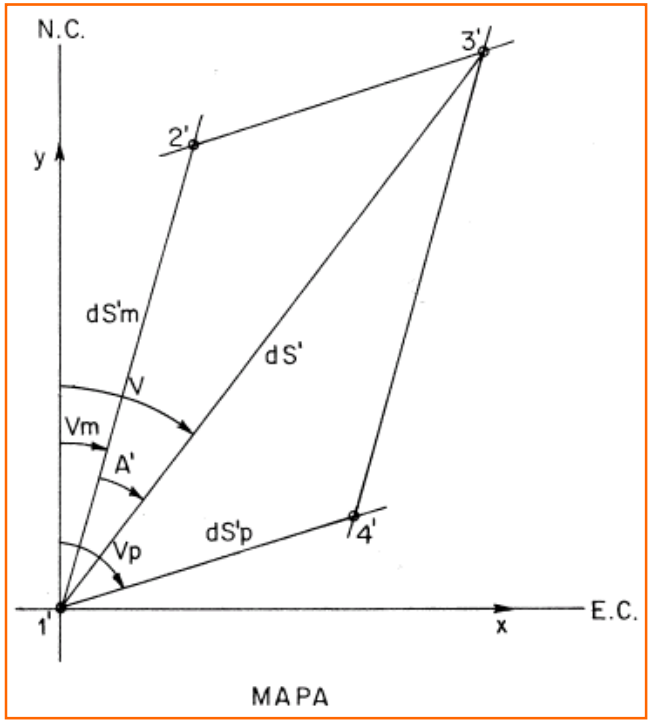
MAPAMUNDI
Según las más modernas Observaciones y Descubrimientos. Año 1806. Publicado por D. Isidro de Antillón. Fue esta la última ilustración del segundo tomo de las *Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política*.

Los husos del globo de Martin Behaim (1492), el último que se construyó inmediatamente antes de descubrir el nuevo mundo. También es conocido como *Erdapfel* (en alemán: «manzana de la Tierra»), En mayo de 2023 fue inscrito en el Registro de la Memoria del Mundo de la Unesco. Se conserva en el Museo de Nuremberg.

refiriéndose naturalmente a los mapas que llamó cartas esféricas o reducidas, subrayando el protagonismo que tuvieron al respecto los cosmógrafos españoles del siglo XVI, sobre todo Alonso de Santa Cruz, «que luego extendieron y mejorando acaso Mercator en Flandes y Eduardo Wright en Inglaterra». Acto seguido mencionó las latitudes amentadas o crecientes, propias del desarrollo cilíndrico y directo de Mercator, las cuales fueron tabuladas por el cartógrafo y matemático inglés. La cartografía globular mereció igualmente el interés de Antillón, el cual explicó el modo construir los husos: «se divide en 12 o 18 partes, según la magnitud de su diámetro, la superficie del globo, tirando meridianos de 30 en 30º o de 20 en 20. El espacio comprendido entre dos de estos meridianos,…, puede mirarse como parte de una superficie cilíndrica, circunscrita a la esfera, y dirigida por el meridiano, que la divide en dos partes iguales, se desenvuelve este meridiano, y llevando perpendicularmente (como coordenadas) a cada lado las mitades de la anchura de las porciones de los paralelos comprendidos entre los meridianos que terminan el huso, resulta la forma de su desenvolvimiento. Algunas veces se le trunca por los dos extremos a 15 o 20º de los polos, y se trazan aparte estas dos zonas en el papel, como si fuesen planas». Uno de los comentarios de Antillón de mayor calado, en esta lección fue el relativo al fundamento

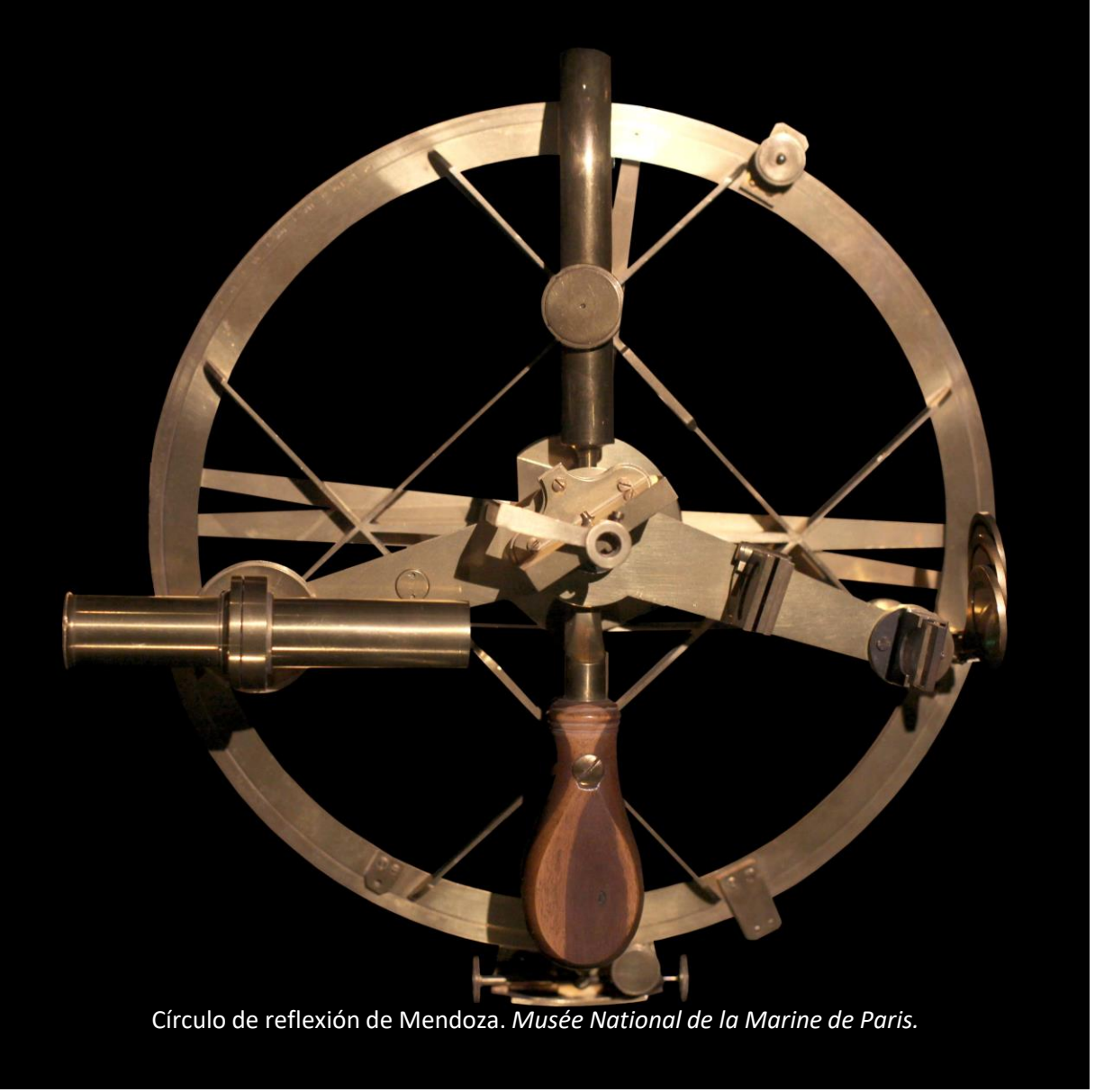
matemático de la cartografía, es decir el referido a la transformación del elipsoide (o esfera), o de una región del mismo, en el plano del mapa, y viceversa. Habiéndose apoyado en lo estudiado por Euler y Lagrange, que asociaban la formación de los mapas a una transformación de coordenadas, escribía Antolín: « En efecto, determinada la posición de los diferentes puntos de la esfera por su latitud y longitud, como lo están por dos coordenadas los diversos puntos del plano; si se toman en la carta líneas sujetas á una ley matemática para representar estas coordenadas, quedará establecida entre los puntos de la carta y los de la esfera una relación tal, que podrá señalarse en aquella la ecuación de las líneas que corresponden a los círculos, o aún a cualesquiera curvas trazadas en la esfera, y comparar los espacios relativos a las unas y a las otras. Recíprocamente, puede preguntarse cual debe ser la naturaleza de las coordenadas de la carta, es decir, de las líneas que representan los meridianos y paralelos, para que las partes de esta tengan tal o tal relación con las de la esfera».





Transformación del elipsoide en el mapa: x = f (φ, λ) e y =g (φ, λ) en las que f y g son las funciones continuas que caracterizan a cada sistema cartográfico. Su carácter de biyección hace que existan otras tantas funciones f^{-1} y g^{-1}, inversas de las anteriores, tales que $\varphi = f^{-1}(x, y)$ y $\lambda = g^{-1}(x, y)$. El elemento diferencial del elipsoide (1, 2, 3,4) está limitado por arcos de meridiano y de paralelo, al igual que su imagen plana (1´, 2´, 3´, 4´), limitada por las representaciones planas de los arcos anteriores.

El Anexo que incorporó Antillón al segundo tomo de sus Lecciones también merece algunos comentarios, en tanto que puede ser considerado como un conjunto de notas susceptibles de ser escritas a pie de página de aquellas. Con relación al Discurso preliminar, le añadió la refutación a las críticas que había recibido por haber dado noticias muy



Círculo de reflexión de Mendoza. *Musée National de la Marine de Paris.*

difusas de la Astronomía, indicando: «Pero estoy tan lejos de arrepentirme, que antes bien creo debiera haberme extendido mas en esta parte, que es la verdaderamente científica de la Geografía, y cuyas aplicaciones son las que únicamente pueden contribuir á mejorar y adelantar nuestras ideas en este ramo importante de las ciencias exactas». Asimismo, bajo el epígrafe *Otras empresas geográficas del siglo XVII*, dio cuenta de la medida del arco de meridiano efectuada en Holanda por Snellius, empleando por primera vez la triangulación para hallar el desarrollo lineal del mismo, «…cuya operación, aunque no perfecta, dio a conocer la magnitud de la Tierra, y sirvió de fundamento a las cartas de las Provincias Unidas». Destinada a la lección III, incluyó una noticia sobre el círculo de reflexión de Borda y su utilidad para disminuir, e incluso anular, «los errores que provengan de los defectos de división del arco…Últimamente nuestro compatriota D. Josef Mendoza ha hecho construir en Londres círculos de reflexión, que simplifican y hacen más seguras las observaciones astronómicas y terrestres». Digno de mención es igualmente el epígrafe titulado *Reducción de la meridiana al plano de los triángulos. Determinar la declinación de los lados de la cadena, y la extensión itineraria del arco medido*, como complemento del apartado 61 de la lección IV. En él explicó Antillón el proceso seguido para

calcular los lados de la triangulación extendida a lo largo de un meridiano y el modo de orientar la cadena resultante, para obtener así el desarrollo lineal del arco implicado. Su explicación la iluminó con un esquema de los triángulos que unieron las localidades francesas de Amiens y Malvoisine, los cuales fueron observados por el abate Picard; el cual pudo obtener entonces un valor riguroso del radio de la Tierra, del que se valió Newton para comprobar la validez de su ley de gravitación. Antillón redactó varias notas de claro contenido geodésico, a fin de complementar la información que había proporcionado en la lección V. La primera se refirió a las medidas efectuadas en Laponia y Perú, comentando, a propósito de la segunda, «…esta determinación que durante ocho años de trabajo exigió gran número de operaciones, es sin duda una de las más exactas, que pueden quedar a la posteridad. Véanse las *Observaciones astronómicas* y físicas &c. escritas por D. Jorge Juan». Se refirió después a la verificación del arco medido por Picard y al proyecto de medir un arco del paralelo de Paris, «…medir con la misma precisión, en lo más ancho de Francia, una perpendicular al meridiano del Observatorio de París; pero esta operación, de la cual debían resultar datos más ciertos sobre la excentricidad del elipsoide terrestre, en la dirección de los paralelos, no se efectuó, y la desean aún los sabios de todas las naciones»*. Antillón demostró estar al corriente de la prolongación del meridiano de Francia hasta el litoral levantino y de la intención de enlazar geodésicamente este con las islas baleares; de hecho, reveló que él mismo había comunicado la muerte del geodesta francés, responsable de la operación: «el celebre Mechain murió antes de acabar estas operaciones, en septiembre de 1804, en el Reino de Valencia. De su muerte y mérito

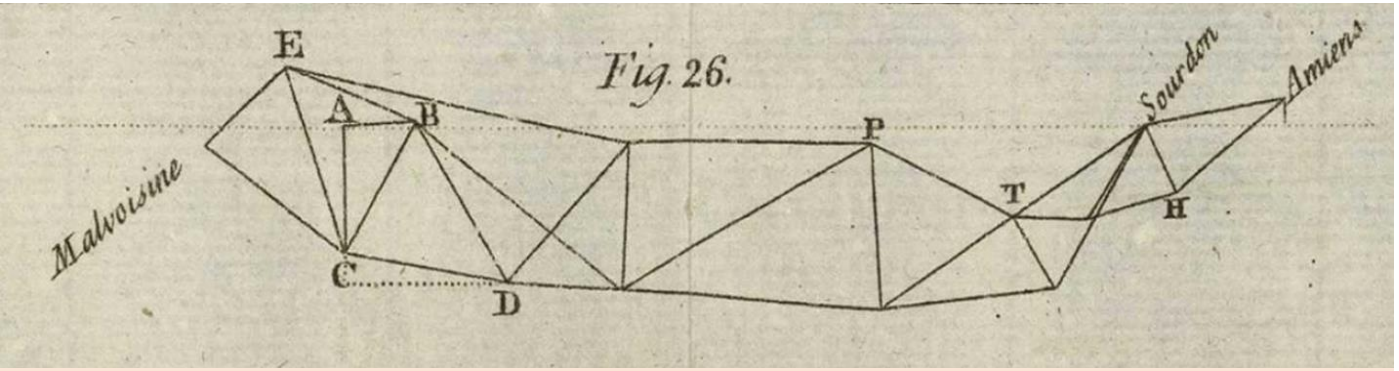
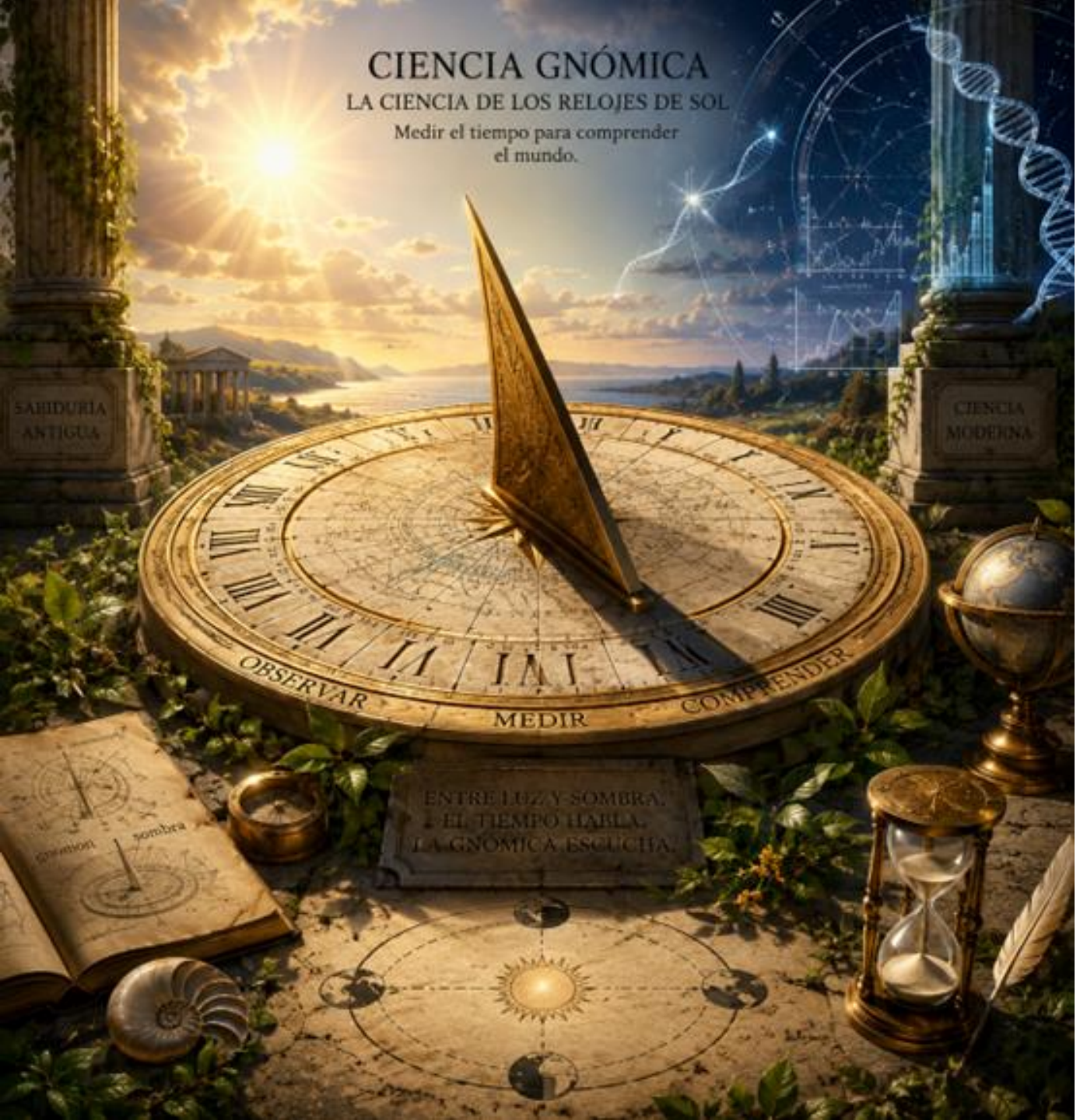


Figura incluida por Antillón en el primer tomo de sus Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política. La orientación de la figura no es la adecuada, ya que Amiens está al norte de Francia y Malvoisine era una localidad situada al sur de París.

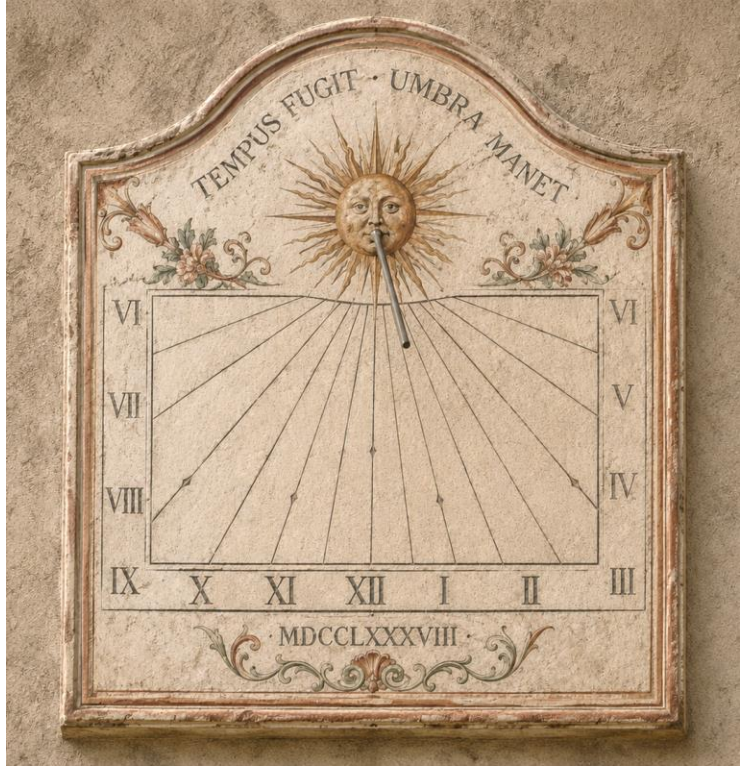
*El paralelo de París fue medido durante el periodo 1818 y 1823, por los ingenieros geógrafos Maurice Henry y Charles Rigobert Marie Bonne; correspondiéndole al primero el arco Estrasburgo-París y al segundo el de Paris- Brest

literario di noticia en el tomo 4º, año 1º, pág. 244 del periódico intitulado *Variedades de Ciencias &c.*». El último añadido a la lección VI lo tituló *Verdadera extensión de las medidas naturales*, cuyo contenido fue exclusivamente metrológico y relacionado con el metro, su patrón metálico y las correcciones a tener en cuenta, al fijar su verdadera dimensión: «En las medidas derivadas de la naturaleza, como el metro, se debe distinguir entre la verdadera medida, que es siempre de la misma longitud, y el modelo material, por ejemplo, un patrón de hierro. Si este es la diezmillonésima parte del cuadrante, a la temperatura de hielo, sin duda será mayor que el verdadero metro, cuando el termómetro señala algunos grados sobre cero; pero aplicando entonces, por las tablas que dan los físicos, la corrección correspondiente a las distancias medidas con este modelo aumentado, resultará la verdadera extensión en metros exactos, en aquellos casos que exijan suma precisión; pues con tan pequeñas diferencias no debe hacerse cuenta en las operaciones ordinarias».



Antillón incluyó una disquisición gnomónica como complemento del apartado 157 de su lección VIII, a la que tituló Relojes de Sol. En ella recordó la importancia de los meridianos celestes, o círculos horarios, llamados así porque en función de ellos se define la hora local. Tales círculos tienen la particularidad de contener todos ellos al eje del mundo, esto es al eje de rotación de la Tierra; sus planos coinciden por tanto con los de los meridianos terrestres. En uno de estos, recibe el nombre de antimeridiano la mitad del círculo que se encuentra en distinto hemisferio, de manera que la diferencia de longitudes entre el meridiano, propiamente dicho, y su antimeridiano es de 180°. La hora solar local se define con relación al meridiano del lugar: siendo las 12^{h} cuando el Sol se encuentra en dicho meridiano y las 24^{h} (0^{h}) cunado se encuentra en el antimeridiano. El valor del periodo de revolución de la Tierra es precisamente de 24h, por consiguiente, en una hora giraría 15° y como el sentido del giro es directo (antihorario), resultará que la diferencia angular entre el meridiano y el antimeridiano será

de 180º; de modo tal que si un observador se desplaza hacia el Este aumentará la hora local y disminuirá si lo hace hacia el Oeste (recuérdese lo de una hora menos en Canarias). Como bien indicaba Antillón: «averiguar la hora de tiempo aparente que es en un lugar es averiguar a qué círculo horario corresponde el Sol, contándolos desde el meridiano del mismo lugar. Esto se consigue, aunque con menos precisión que con los círculos de reflexión, por medio de los relojes o cuadrantes de Sol». A continuación, describió uno de los modelos más característicos: « Un reloj solar se reduce á un plano cualquiera, sobre el cual se trazan las diferentes secciones de los círculos horarios, que pasan por una línea paralela al exe del mundo ó que aun puede confundirse con el exe, en atención á ser la tierra un punto casi imperceptible en el espacio. Representemos esta línea con el estilo o gnomon, y plantémosle recto en el centro de una tabla, desde el cual trácese la circunferencia de un círculo. Póngase esta en una línea perpendicular á la meridiana …, e inclinada tantos grados al horizonte como tiene de altura el ecuador en aquel lugar. Entonces el círculo representará el ecuador, y el gnomon, que le es perpendicular, corresponderá al eje del mundo, indicando su extremo la altura de polo, o el arco de meridiano comprehendido entre el polo y el horizonte. Concíbanse ahora 12 planos tirados por el gnomon, y haciendo entre sí ángulos iguales. Es claro que estos planos dividirán el círculo ecuatorial, trazado en la tabla, en 24 partes iguales que corresponderán en la esfera celeste á 24 círculos horarios; y el tiempo que emplee el sol para pasar de uno de estos círculos al siguiente será una hora de tiempo solar verdadero». Al instrumento así construido le llamó *Cuadrante ecuatorial de Sol*, antes de definir otros de cuatro tipos: *horizontal*, *vertical meridiano*, *vertical declinante* y *de inclinación*, dependiendo de la posición del plano sobre el que se instalase el gnomon. De las notas añadidas a la lección X, solo se ha seleccionado la titulada: *Trazar una meridiana de gran*



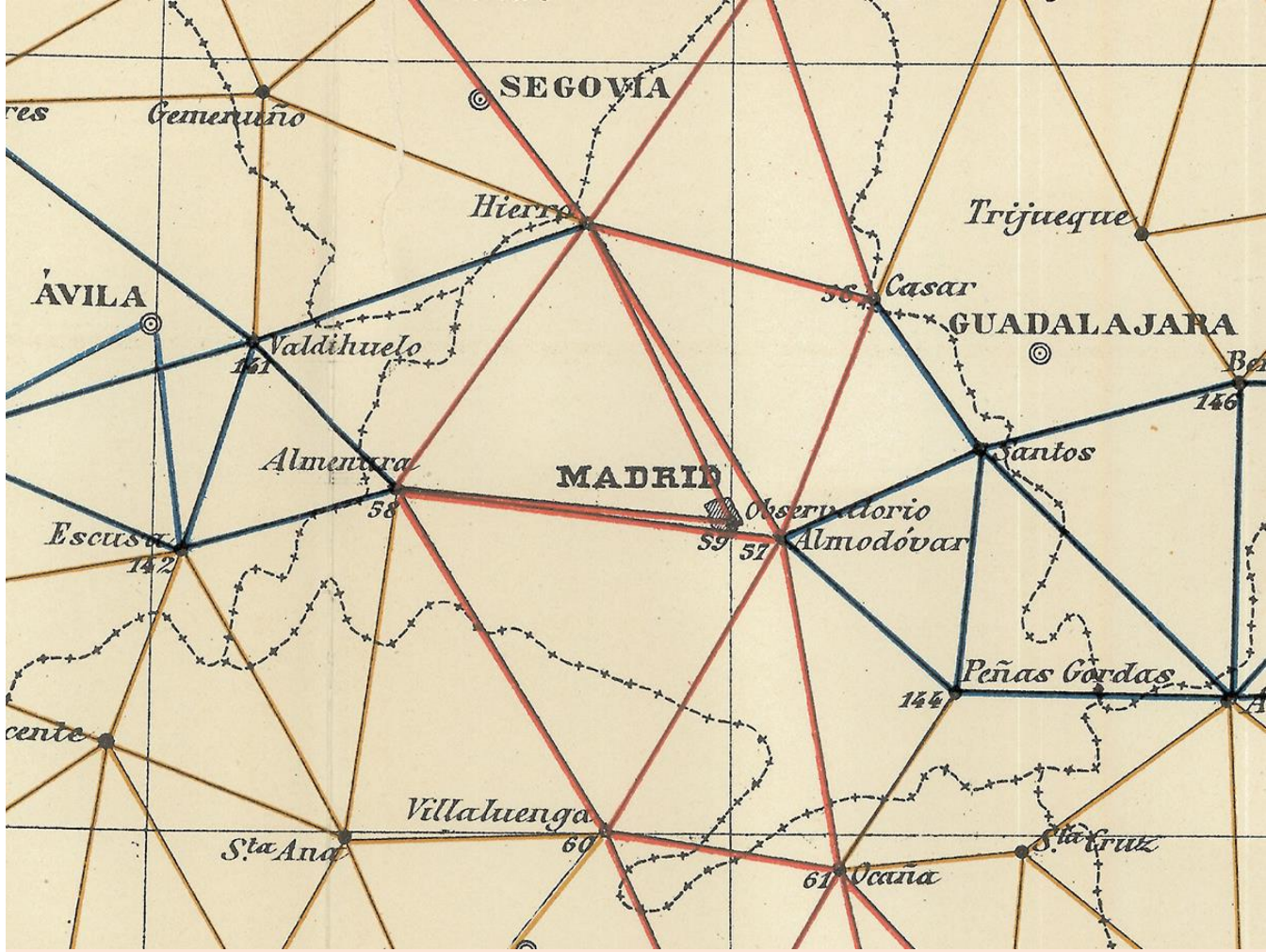
extensión por medio de la estrella polar. Antillón señaló acertadamente que lo más indicado era observar la estrella en los instantes de sus dos pasos por el meridiano del lugar (culminaciones superior e inferior). Para el posterior replanteo de la meridiana hizo uso de un punto auxiliar tomado como referencia. Recordó también, al final de la nota, que así se había procedido en Pensilvania, aunque no citara a los dos responsables de la operación: el astrónomo Charles Mason y el topógrafo Jeremiah Dixon. Curiosamente, uno de los procedimientos mas usados en topografía clásica para replantear la dirección del meridiano fue el de la observación de la estrella polar, en los instantes en que se producían sus máximas digresiones (oriental u occidental); calculando en primer lugar el acimut astronómico de la misma y después el de una referencia alejada del observador. El permanente interés de Antillón

La línea fue materializada, entre 1763 y 1767, por los ingleses Mason y Dixon, contribuyendo así a solucionar la disputa territorial entre las familias Penn (Pensilvania) y Calvert (Maryland). Con el tiempo se transformó en la frontera que separaba a los estados libres del Norte y a los esclavistas del Sur.

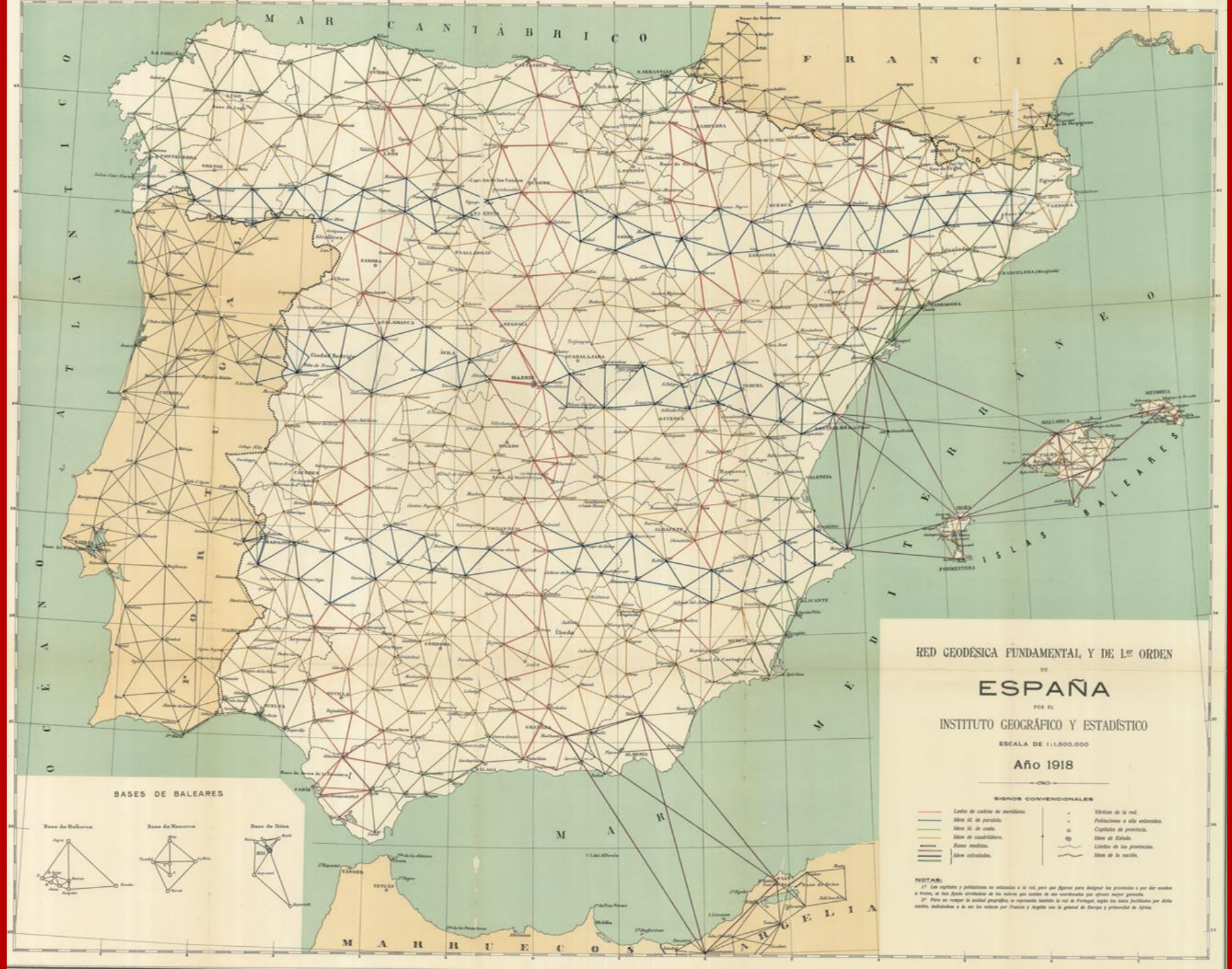
por el problema de la longitud geográfica, lo puso de relieve en las notas que redactó para la lección XI, describiendo en ellas los diferentes procedimientos que se habían venido empleando hasta su tiempo, a saber: *Longitud geográfica deducida de señales terrestres**, *Ocultación de estrellas por la Luna*, *Distancias lunares al Sol y a otras estrellas*, *Eclipses de Luna* y *Transportes cronométricos.* A Isidoro Antillón le

*Resulta un tanto sorprendente que Antillón cite el prendido de hogueras, en lugar de la señal de fuego o la deflagración de pólvora, pues se trataba de observar desde los dos puntos (entre los que se pretendía conocer la diferencia de longitud), la señal instantánea y puntual procedente de un tercer punto visible desde los dos anteriores (dicha diferencia coincidiría con la existente entre las dos horas locales de observación).

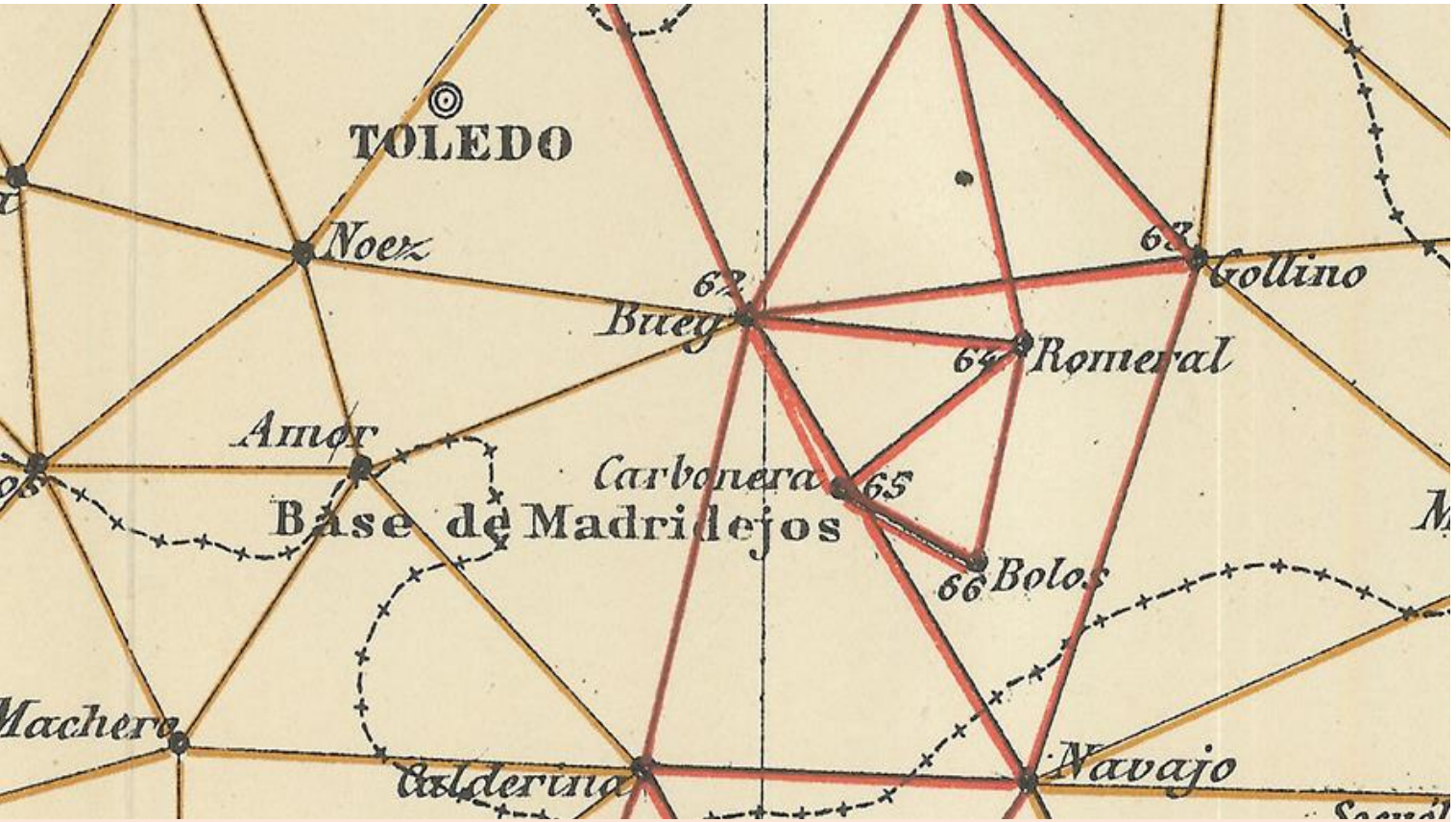
cupo el honor de haber sido, posiblemente , el primero en proponer, a comienzos del siglo XIX (1806), el establecimiento riguroso en España de una red trigonométrica que sirviera de armazón para formar un mapa con fiabilidad geométrica. La propuesta la presentó, con el título *Operaciones geodésicas-astronómicas en el levantamiento de una carta*, en el Apéndice a que nos venimos refiriendo; a fin de que fuese añadida al apartado 272 de la lección XII. Así justificaba Antillón la necesidad del mapa de España: «Cuando se trata de construir una carta exacta de cualquiera provincia o Reino (cual el gobierno y los hombres de luces la desean de nuestra España) es menester en el día conducirse con otro rigor y delicadeza que en los tiempos en que no se habían hecho tan ventajosas aplicaciones como actualmente de las matemáticas y de las artes á la descripción del globo terrestre». Siguiendo el patrón francés, contempló en primer lugar la necesidad de proyectar una red de grandes triángulos, a los que llamó de primera clase, «formados por los lados más largos que ofrezcan las circunstancias locales, en cuanto lo permita el alcance de los anteojos; y todos estos triángulos deben encadenarse unos con otros, y formar, si es posible, una red continuada en todas direcciones. Ni es indiferente la elección de los triángulos, antes bien deben preferirse los equiláteros, porque sobre lo largo de sus lados influyen menos los



Triángulos de primer orden en la Red Geodésica de España (1918). El heptágono de Madrid. Instituto Geográfico y Estadístico.


MAR CANTÁBRICO
FRANCIA
OCÉANO ATLÁNTICO
PORTUGAL
MAR MEDITERRÁNEO
ISLAS BALEARES
MAR
MARRUECOS
ARGELIA
BASES DE BALEARES
RED GEODÉSICA FUNDAMENTAL Y DE 1.er ORDEN
DE
ESPAÑA
POR EL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO
ESCALA DE 1:1.500.000
Año 1918
SIGNOS CONVENCIONALES
Lados de cadena de meridiano.
Idem id. de paralelo.
Idem id. de costa.
Idem de cuadrilátero.
Bases medidas.
Idem calculadas.
Vértices de la red.
Poblaciones a ella enlazadas.
Capitales de provincia.
Idem de Estado.
Límites de las provincias.
Idem de la nación.
NOTAS:

pequeños errores cometidos en los ángulos». Al elegir los vértices geodésicos, señaló la posibilidad de construirlos cuando fuese necesario, considerándolos preferibles a los campanarios o torres,: «la experiencia en efecto, enseña que las puntas de pirámides cuadrangulares y las bolas de cerca de 22 pulgadas de diámetro son objetos que dan más seguridad en la puntería». Antillón comentó luego la casuística de las observaciones angulares propias de la triangulación, citando incluso los casos excepcionales en que era necesario reducirlas al centro de la estación; unos supuestos en los que no se podía efectuar la medida de los ángulos en el mismo vértice (los localizados en las torres de la iglesia fueron típicos). Sin embargo, se confundió al indicar que era lo usual: «…rara vez puede el observador situarse exactamente en el punto matemático escogido por vértice del ángulo, principalmente si este es alguna torre o campanario donde hay mil embarazos con el maderaje o armazón, o cuyo centro está ocupado por una viga o madero vertical…En tal caso el ángulo necesita de una corrección que se llama reducción al centro de la estación». Teniendo en cuenta que el conocimiento de los tres ángulos de un triángulo no basta por si solos para calcular las dimensiones de sus lados, en todas las triangulaciones había que medir al menos la longitud de uno de ellos; al lado elegido se le llamaba base de la triangulación, por entender que con su concurso se podían hallar las dimensiones de todos los demás. Más tarde,

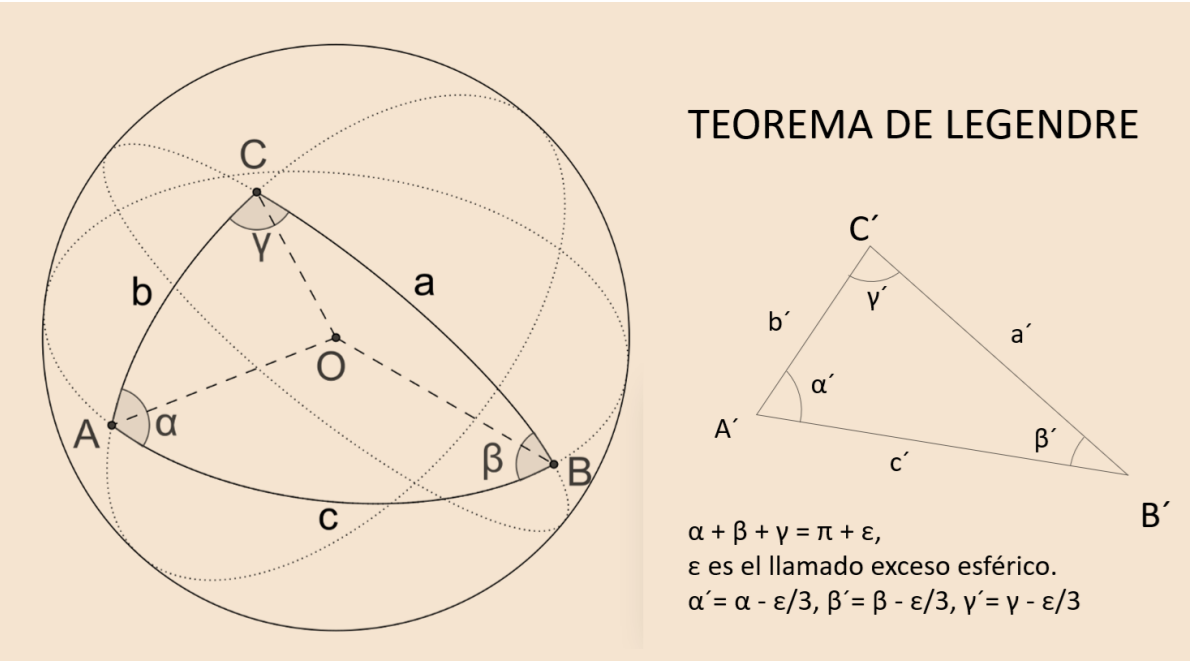


El lado Carbonera-Bolos, base central de la Red Geodésica de España

se refirió a la morfología del terreno en que convenía medirlas (llanuras prolongadas), a sus dimensiones («no pasan de 42 a 4900 pies castellanos las mayores bases que hasta hoy se han medido, si se exceptua la medida últimamente en Baviera, que es de cerca de 78000», a su alineación (mediante jalones o piquetes de madera), así como a los tipos de regla empleados: « las varas o perchas con que se miden, unas veces se ha querido fuesen de hierro, otras de platina, como las que sirvieron en la determinación del arco de meridiano para fijar el valor del metro; en años pasados los ingleses, en operaciones igualmente delicadas, las usaron de vidrio, y también pueden servir las de madera de abeto…Bien se empleen perchas de madera o de metal, es necesario siempre tener cuenta con las variaciones del termómetro, para poder luego reducir toda la extensión de la base a una misma temperatura».

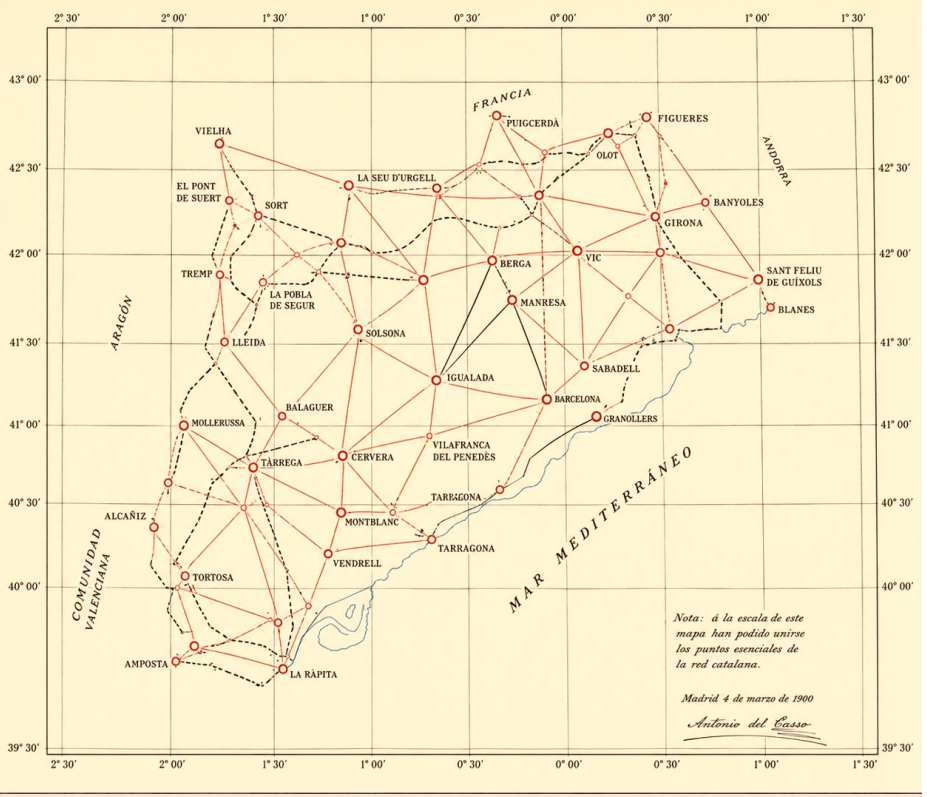
En lo que se refiere al cálculo de la triangulación ha de valorarse muy positivamente el rigor con que Antillón expuso el problema, pues implícitamente recomendó emplear el teorema de Legendre. He aquí sus comentarios: « Por otra parte los vértices de estos ángulos o los tres puntos por los cuales tocan los planos la esfera, están en la superficie esférica, y en ella forman un triángulo esférico, cuya propiedad es, entre otras, la de que sus tres ángulos excedan en valor a dos rectos; de modo que en el cálculo la suma de los tres ángulos, después de todas las correcciones y reducciones, será siempre de más de 180°… Puede sin embargo estimarse, considerando que por una de las propiedades del triángulo esférico su exceso a dos rectos es igual a la superficie del mismo triángulo reducida a

segundos. Calcúlese, pues, a priori esta superficie considerando el triángulo como rectilíneo (lo que dará bastante exactitud), y por ella conózcase el exceso de la suma de los tres ángulos del triángulo esférico sobre dos rectos, cuyo exceso se repartirá después entre los tres, … Mas para calcular sus lados, siendo estos, como lo son en todas las operaciones terrestres, muy pequeños respecto al radio de la esfera, no se consideran ya como triángulos formados por tres arcos de círculo máximo, sino como triángulos rectilíneos formados por las tres cuerdas de estos mismos arcos; y en vez de resolver los triángulos horizontales, como curvilíneos, tomando por primer lado conocido la base reducida á arco, se toma la cuerda de esta misma base, y se sacan por trigonometría rectilínea los lados siguientes, es decir, las cuerdas de los otros arcos, y no los arcos mismos». Finalizada la operación de dar escala a los triángulos, procedía posicionar su red sobre la superficie de la Tierra. Para proceder a ello, bastaba con saber las coordenadas geográficas de una de los vértices y los acimutes de todos los lados (orientación de la red). Antillón se pronunciaba al respecto con toda claridad: «Con las operaciones y cálculos de que acabamos de hablar quedan conocidas las distancias horizontales de todos los puntos escogidos por vértices de los triángulos; y es cuanto pueden enseñar las operaciones terrestres. Para averiguar la latitud de los mismos vértices, y la orientación de los lados de la cadena triangular, debe recurrirse á las observaciones astronómicas. Por medio de ellas se observará la latitud de una de las estaciones situadas casi en el centro de la región; se observará allí también un azimut o la inclinación de un lado de la serie de triángulos sobre el meridiano del lugar, con cuyos datos podrán calcularse los acimutes de todos los lados de los triángulos, la latitud de todos los vértices, y su diferencia de



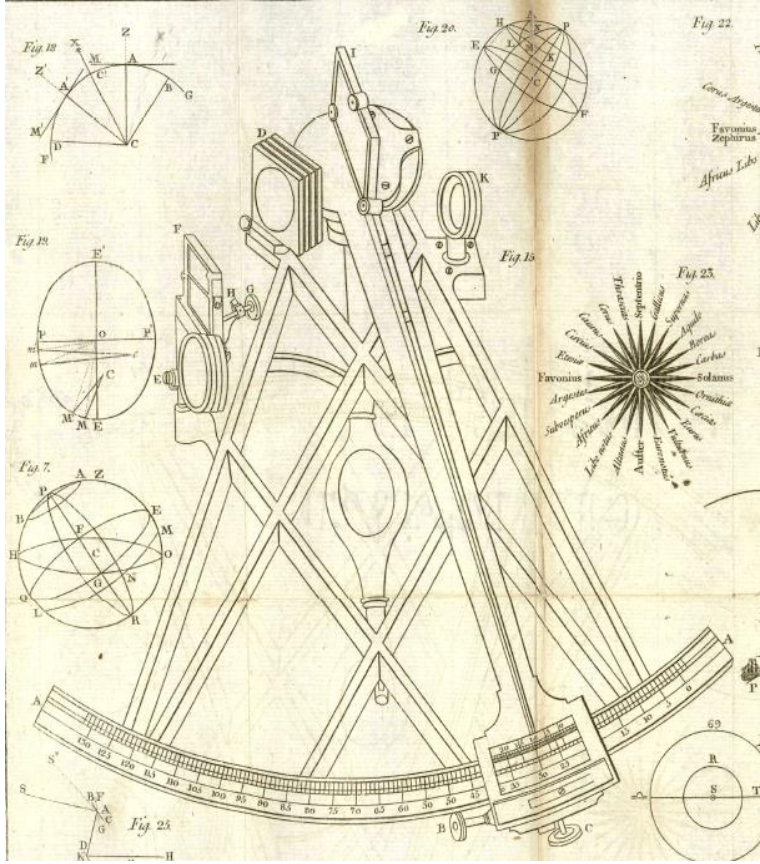
longitud. Se puede también con la latitud y el azimut calcular las distancias de los vértices de los triángulos a la meridiana y a una línea que la sea perpendicular en él. De estas distancias puede pasarse á las longitudes y latitudes, o de las segundas inferir las primeras; bien que por lo menos es tan sencillo deducir las longitudes y las latitudes, sin el intermedio de las distancias á la meridiana y á la perpendicular, por las fórmulas que para ello se dan en varios tratados sublimes de astronomía geográfica». A propósito de las observaciones latitudes, Antillón insistió en que la latitud el lugar se debería de obtener preferiblemente observando las estrellas en las proximidades de sus culminaciones; con la precaución de efectuar las oportunas correcciones: « las diferentes alturas de una estrella, tomadas a alguna distancia del meridiano, necesitan de una corrección para reducirlas al meridiano…hay fórmulas para hacer cómodamente esta corrección o reducción, la cual aplicada a la distancia aparente del astro al cenit observada, da la distancia meridiana, o la que se hubiera resultado en el instrumento si la observación se hubiera hecho en el mismo meridiano. Añádese después la refracción media correspondiente que indiquen el barómetro y termómetro, y por fin la distancia al polo; bien que esta se restará, si el paso de la estrella por el meridiano a que se reduce la observación es el inferior. La suma o la diferencia será la distancia verdadera del polo al cenit, y su complemento a 90º la latitud del lugar». Antillón finalizó esta novedosa nota indicando la necesidad de densificar la triangulación anterior, con otra de segundo orden, cuyos triángulos queden «encerrados dentro de los primeros».

Cúpula principal del Observatorio Astronómico de Madrid. La intersección de su eje vertical con el suelo, fue el primer origen (Datum) de la Red Geodésica de España.



Croquis de la Red Geodésica de Segundo Orden en Cataluña. Provincia de Tarragona. Instituto Geográfico y Estadístico (1900). Luis Urteaga y Joan Capdevila. *Tres hitos en el establecimiento de la red geodésica en Cataluña*. Ería, 93 (2013), pp: 295-307.

Aunque reconociera que las precauciones en las medidas angulares serían menores en este caso, pudiéndose goniómetros de menor fiabilidad; cometió la ligereza de asegurar que podría usarse el sextante para ese menester, aún sin pie, «y en verdad este instrumento, que puede tenerse en la mano y manejarse casi en el mismo espacio y con la misma facilidad que un anteojo, con el cual se puede sobre un techo, desde una ventana, y aún montado el observador en su caballo, coger, por decirlo así, al vuelo la medida de los ángulos».



Sextante reproducido por Antillón en el tomo I de sus Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política.

Antillón completó su añadido comentando que una vez situados los vértices de las dos triangulaciones en el plano del mapa, «se insertarán en intermedios correspondientes las minutas de los planos individuales del terreno, levantados con la plancheta, el grafómetro o la brújula».

La penúltima nota seleccionada del Apéndice de Antillón se centró en la nivelación barométrica, su título fue *Alturas con el barómetro*, y fue destinada al apartado 412 de la lección XV. En ella se atribuyó a Laplace la feliz idea de «reunir las observaciones del barómetro con las medidas geográficas para determinar más seguramente la posición

Grabado del Observatorio Astronómico de la Isla de León, en el siglo XIX.

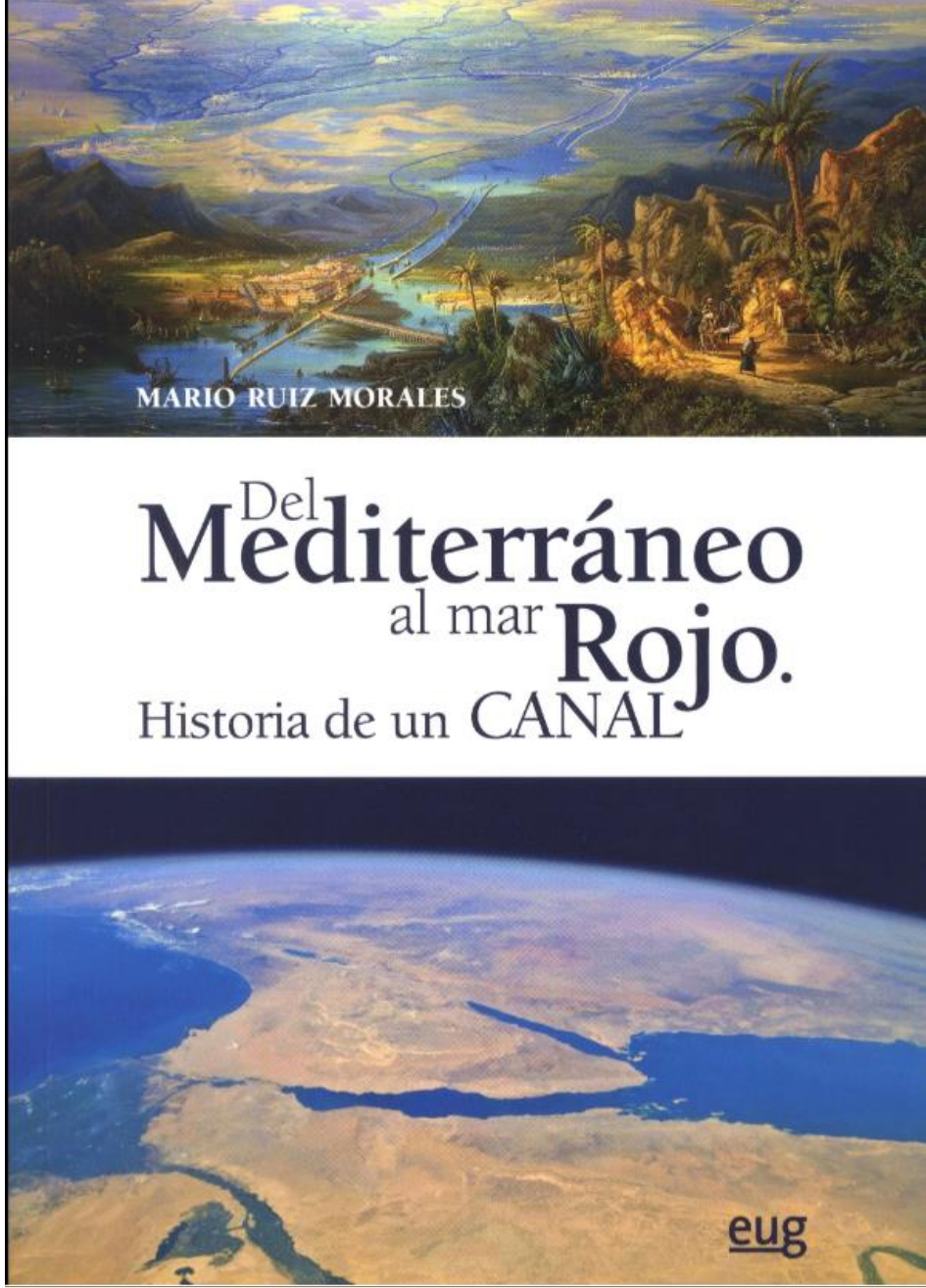
de los diferentes lugares». Antillón describió la latitud, sin llegar a mencionarla por su nombre: «una tercera coordenada, perpendicular a las dos precedentes, para medir la distancia vertical entre este mismo punto de intersección y el nivel del mar». Probablemente influenciado la presencia del Observatorio Astronómico en la Isla de León, propuso Antillón que en España cabría hacer coincidir dicho nivel con el de Cádiz, ya que como allí es conocida la altura media del barómetro, se podría comparar con la efectuada «en cualquier otro punto de la península por un viajero, y corregirla del efecto de la temperatura por las fórmulas anunciadas arriba,* o con la elevación media del barómetro en otro paraje, que resulte de gran número de observaciones continuadas por espacio de uno o dos años, se deducirá la altura del lugar propuesto sobre el nivel del mar». A continuación, dio algunos ejemplos, comenzando con Madrid, a la que asignó una altitud de 811,3 varas castellanas , «elevación que, si no es precisamente la verdadera de esta Corte sobre el Océano, se aparta de ella en límites, que por tan cortos son difíciles de determinar». También refirió varias de las observaciones efectuadas por Agustín de Betancourt, tanto en la Carolina (31 de mayo de 1803, 673 varas castellanas, 2 pies y 7 pulgadas), como en Granada (3 de junio de 1803, 843 varas, 2 pies y 2 pulgadas). La última nota del Apéndice, fue titulada así: *Comunicación marítima entre el mediterráneo, el Mar de Arabia por el Nilo y entre el Gran-Océano y el Océano Atlántico por el lago de Nicaragua*, y fue redactada por Antillón para unir al

* Se estaba refiriendo a las propuestas independientemente por el geólogo suizo Jean André Deluc (1727-1817) y por Pierre Laplace; siendo la del matemático francés la más ampliamente usada, hela aquí:

$$r = 18336m \cdot (1 + 0{,}002845 \cdot cos2\Psi)\left(1 + \frac{2(t+t')}{1000}\right)\left[\left(1 + \frac{r}{a}\right)\log\frac{h}{h'} + \frac{r}{a} \cdot 0{,}868589\right],$$

en donde r es la diferencia de las alturas entre dos sitios, ψ la latitud del lugar, t y t' las temperaturas indicadas por dos termómetros libres, h la altura del barómetro en el sitio más caliente, h' la altura del más frío corregida del efecto de la temperatura, y a el radio del globo terrestre.

apartado 489, en la lección XVIII de sus Lecciones. Con ella, se unió al grupo de los visionarios que defendían la ejecución de los dos grandes proyectos de ingeniería, en Egipto y en Panamá; en los que acabaría siendo protagonista el francés Ferdinand Marie Lesseps. Con relación al primero, recordó Antillón los antecedentes históricos. «…canal restablecido por los Tolomeos, sucesores de Alexandro, y renovado por Trajano y por los Califas del Oriente», para formular acto seguido las dos preguntas siguientes: ¿Esta comunicación no podrá abrirse de nuevo? ¿Quién creerá que los modernos no pueden lo que fue posible á los antiguos? Las incuestionables ventajas que se obtendrían fueron resumidas por Antillón en estos términos: «el comercio puede abrir de nuevo caminos antiguos, cuyos vestigios no se han borrado de tal modo que no podamos volver á encontrarlos; sus operaciones pueden adquirir una actividad, que nunca conseguirán, mientras la dilatada circunnavegación del África, a que están sujetas, sea el único camino practicable por donde mantengamos las comunicaciones mercantiles entre las tierras confinantes del Oriente y Occidente del mundo antiguo». En cuanto al segundo proyecto, hizo entre otros el comentario siguiente: «En 1791 un francés (Martin de la Bastide) publicó en Paris su *Memoire sur un nouveau passage de la mer du Nord à la mer du Sud*, donde examina y apoya el proyecto de la reunión de ambos mares por el rio S. Juan y el lago de Nicaragua. Otro ingeniero español levantó un



Editado por la Universidad de Granada en el año 2018, resume la génesis y construcción del Canal de Suez, proyectado por Ferdinand Lesseps e inaugurado en 1869 por la emperatriz granadina Eugenia de Montijo

ÍNDICE.

Idea de la Esfera, ó princípios sobre la geografía astronómica.. 5
De la figura de la tierra. 7
Del orizonte. 9
De los Polos del mundo y de su eje. 11
Del Meridiano. 13
De la medida de la tierra.. 16
Del ecuador. 18
De los círculos paralelos. 19
De la Eclíptica. 19
Del Zodiaco. 22
De los Trópicos. 28
De los círculos polares.. 29
De las cinco Zonas y de las tres posiciones de la esfera. 30
De la ascension recta de los astros y de su declinacion.. 36
De la longitud y latitud terrestre. 39
De la luna. 43
De la paralaje. 46
De las fases de la luna, de sus eclipses y de los de sol. 49
De los usos principales de la luna para determinar las longitudes. 57
De los demas planetas.. 60
De los Cometas. 65
De los círculos verticales y almicantares: de los círculos de latitud y longitud. 67
Tabla de las declinaciones del sol. 70

IDEA DE LA ESFERA,

ó

PRINCIPIOS DE GEOGRAFIA

ASTRONÓMICA:

POR Mr. BONNE.

OBRA TRADUCIDA DEL FRANCES, MEJORADA CON ALGUNAS NOTAS, Y ARREGLADA AL MERIDIANO DE MADRID,

POR

DON ISIDORO DE ANTILLON,
Oidor de la Real Audiencia de Mallorca.

TERCERA EDICION.

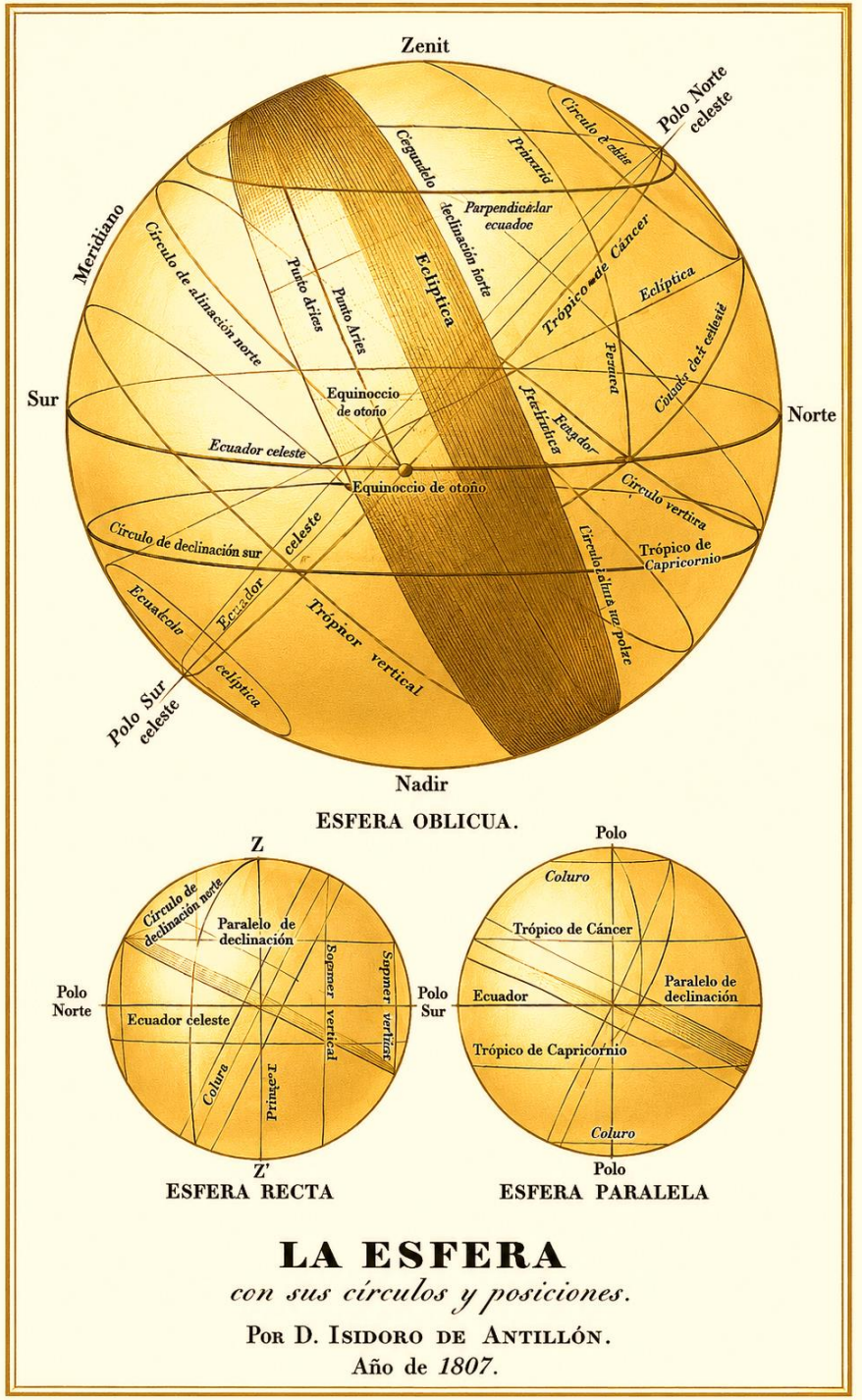
MADRID 1829.
Imprenta de Don Leon Amarita,
plazuela de Celenque.

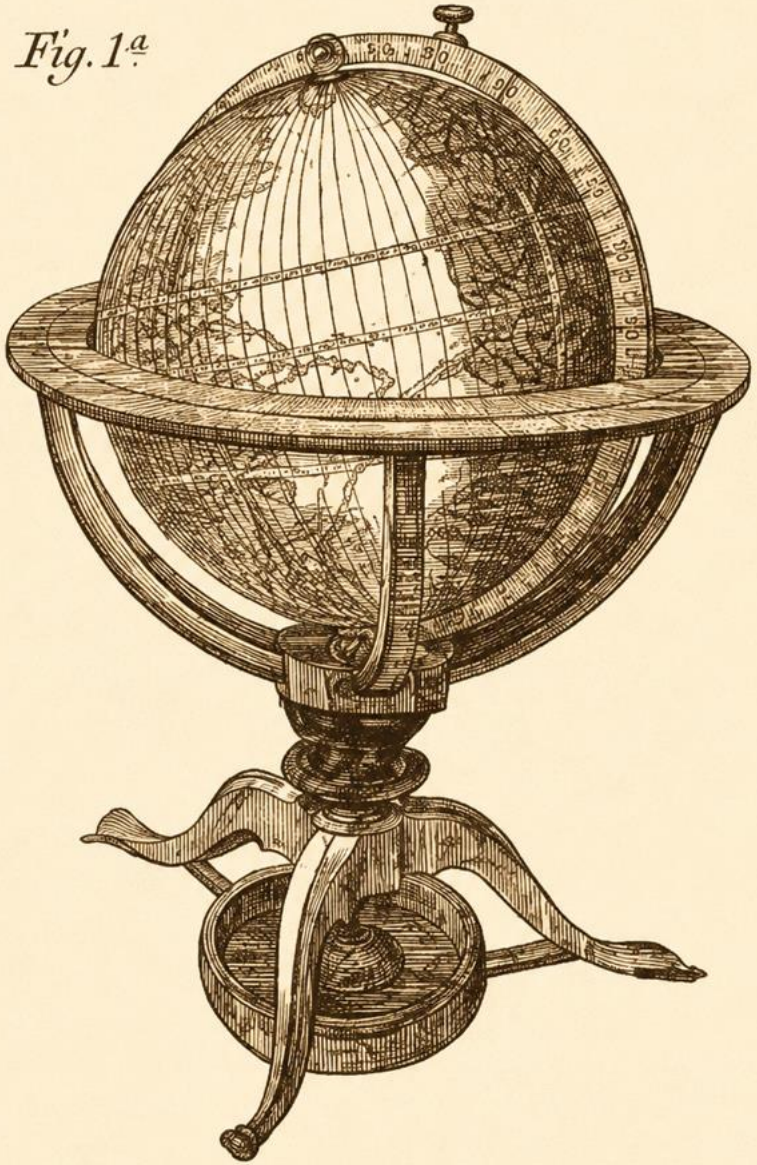
plano muy detallado, cuya copia he visto, probando que esta comunicación podrá verificarse mas fácilmente (por el N. de Nicaragua) uniendo la bahía de Tehuantepec en el Gran Océano y el rio Guazacoalco, que va al Atlántico, con el intermedio de algunos ríos muy próximos en el interior».

Coincidiendo con la publicación del segundo tomo de sus Lecciones, en el año 1806, presentó Antillón la obrita titulada *Idea de la Esfera o Principios de la Geografía Astronómica*, una traducción de la que había publicado el prolífico cartógrafo francés Rigobert Bonne en el año 1763; la nueva publicación tuvo tal aceptación, que fue varias veces reeditada. En introducción de la segunda, firmada el 15 de marzo de 1812 en Palma de Mallorca, confesaba Antillón que la traducción la había hecho como apoyo didáctico para sus clases a una persona distinguida, «cuya educación literaria en los años de su primera juventud habían fiado sus padres a mi dirección». Más adelante añadía que la había corregido y aumentado con notas de su propia cosecha; a la vez que aconsejaba leerla acompañados de una esfera armilar, o teniendo a la vista las láminas con que acompañó al texto. El libro no era más que una iniciación a la astronomía esférica, soporte básico para la comprensión cabal de la geografía, tal como comentaba Antillón: «Son tantas y tales las

relaciones que hay entre las partes del cielo y las de la Tierra, que no se puede emprender con aprovechamiento el estudio de la geografía sin tener por lo menos un conocimiento, exacto de los movimientos de los principales cuerpos celestes. Aquí, pues, nos ceñiremos á tratar de este objeto muy descuidado que forma la base y la parte mas difícil de la geografía; y en estos primeros principios de astronomía adoptaremos el método que hubieran podido seguir los que los descubrieron».

Sin solución de continuidad, Antillón prosiguió publicando otras obras geográficas, tales como los *Principios de Geografía Física y Civil*, los cuales fueron editados en 1807; el libro lo dedicó a su tío, el canónigo Don Ramón Rubin de Celis. En él se advertía que debería leerse en presencia del mapamundi de 1806, aunque también aconsejara que contara en las clases con un globo terráqueo, añadiendo: «no deben enseñarse los elementos de la geografía natural a quien antes no haya estudiado los de la astronómica, o lo que llaman *Tratado de la esfera celeste*, pues a más del interés y admiración que excitará en el niño el espectáculo majestuoso del cielo, sin los conocimientos astronómicos es imposible que entienda nada de cuanto sea relativo a la figura y magnitud de la Tierra, longitudes y latitudes, zonas, clima, temperatura, puntos cardinales del mundo, y otros artículos». El último consejo de Antillón coincidió con un fragmento del





Diálogo VII de la *República* de Platón: « Debe adoptarse este método de enseñanza: que los niños no sean obligados por la fuerza a aprender. Pues no conviene que un hombre libre aprenda ninguna disciplina como un esclavo; porque los grandes trabajos corporales soportados por violencia no empeoran demasiado el cuerpo, pero ninguna enseñanza impuesta violentamente permanece firme en el alma». El carácter elemental de este trabajo , ya se deja sentir al comienzo del apartado dedicado a las Nociones preliminares: «Como la Tierra tiene sensiblemente la figura de globo o bola; para facilitar el estudio de la geografía sirven unos globos de cartón o de madera, sobre los cuales se trazan los contornos y las diferentes partes de la superficie terrestre; y estos globos, que son obra del arte, es decir, de la industria de los hombres, se llaman globos artificiales».

La imagen adjunta, que servía de apoyo a la explicación de Antillón, figuraba al final de la obra *Principios de Geografía Física y Civil.*

En el año 1808 completó Antillón su trilogía geográfica, al publicar los *Elementos de la Geografía Astronómica, Natural y Política de España y Portugal*, los cuales estaban destinados en principio a ser el tercer tomo de sus famosas lecciones. La obra fue dedicada a Alexander von Humboldt (prueba inequívoca de que Antillón admiraba su aventura científica por tierras americanas) y reeditada

ELEMENTOS

DE LA

GEOGRAFIA ASTRONOMICA

NATURAL Y POLITICA

DE ESPAÑA Y PORTUGAL

POR EL SEÑOR

DON ISIDORO DE ANTILLON.

TERCERA EDICION.

CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

MADRID: en la Imprenta de D. LEON AMARITA,
plazuela de Santiago, núm. 7.—1824.

Busto de Isidoro de Antillón y Marzo

AL SEÑOR

D. ALEJANDRO DE HUMBOLDT,

Por encargo especial del autor,

M. J. P.

Monumento a Isidoro de Antillón en Santa Eulalia del Campo (Teruel), su pueblo natal.

en varias ocasiones, así como traducida al francés y al inglés. Su contenido se estructuró del modo siguiente: tras el prólogo, figuraron diez capítulos dedicados a la Geografía Física y Civil de los reinos de España (I. Castilla la nueva, II. Castilla la vieja y Extremadura, III. Reino de Córdoba, Jaén y Murcia, IV. Reinos de Valencia y Aragón, V. reinos de Sevilla y Granada, VI. Principado de Cataluña e Islas Baleares, VII. Reino de Navarra y Provincias Vascongadas, VIII. Principado de Asturias, IX. Reino de León, X. Reino de Galicia), el capítulo XI se refirió a la Geografía Humana del reino de España, el XII se dedicó al Reino de Portugal, el XIII al estudio de la geografía antigua de la península española y el XIV se centró en la extensión, superficie, costas, cordilleras y ríos de la península española. A continuación, figuraron tres Apéndices. A) presidios españoles en la costa septentrional de África, B) Islas Canarias y C) Noticia de los principales caminos de España y Portugal. Las peculiaridades del trabajo que nos ocupa, hacen que prestemos mayor atención a lectura del prólogo, puesto que en él se detallan los aspectos fundamentales que informaron la preparación y redacción de esta obra tan popular de Antillón. El comienzo del mismo no pudo ser mas taxativo: «Ningún estudio es más digno de la atención de los españoles que la geografía de su patria*... Persuadido yo íntimamente de esta verdad, y por consiguiente de que en los estudios y escuelas debe ocupar un lugar distinguido la geografía nacional, desde luego

*Horacio Capel, en su artículo *Isidoro de Antillón en la Geografía española de los siglos XVIII y XIX*, desvela que Antillón fue muy atacado por dicha frase, citando la crítica del franciscano Manuel Saborido, el cual pensó que el autor consideraba más útil el estudio de esa ciencia que el de la religión, calificándolo de pirrónico, ignorante, charlatán y alimaña. Para él, la obra de Antillón era irreligiosa e impía, debiendo ser prohibida «y dada a las llamas con todos los escritos de su jaez»

que el Rey me confirió la cátedra de astronomía, geografía e historia del real Seminario de nobles de Madrid, traté de disponer unas lecciones en que los jóvenes estudiasen con método y con alguna detención los elementos de la descripción de España». Después de mencionar las fuentes documentales que había consultado, se refirió a la importancia de la información altimétrica, parte esencial de la geografía física, proporcionada por diversas observaciones barométricas; entre las que citó las de Betancourt, ya referidas: «…unas en viaje de Madrid a Ávila y otras en viaje de Madrid a Granada. las primeras se me dieron ya calculadas, y reducidas al nivel de la Corte; las segundas las calculé por mi mismo, usando la fórmula de Deluc y comparándolas con las que en los mismos días (mayo y junio de 1803) y casi en las mismas horas hizo en la Isla de León el Marqués de Ureña, y se publicaron…de donde deduje la elevación de los diferentes pueblos del tránsito sobre el nivel del mar». Antillón añadió después

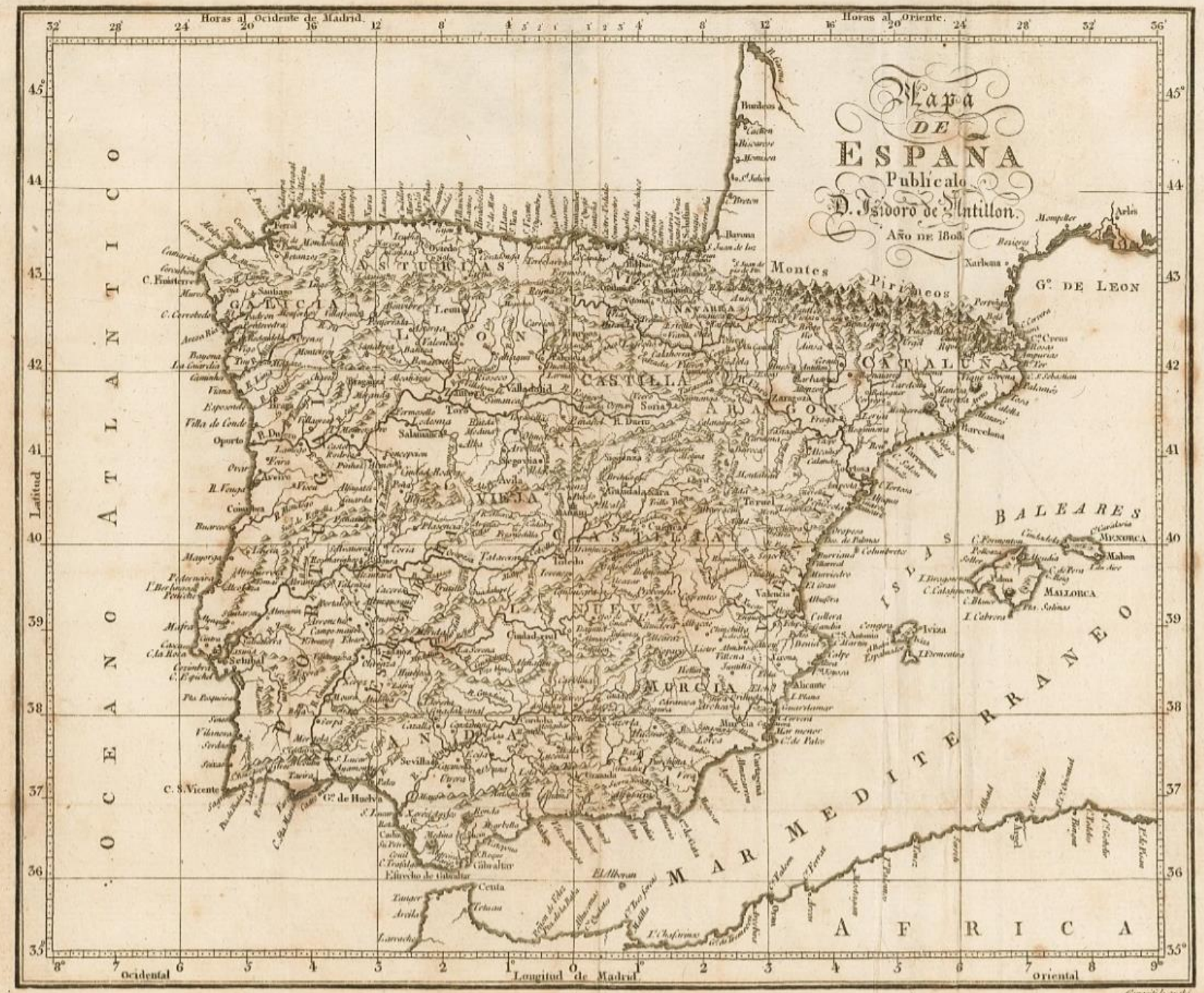
ALTURAS BAROMÉTRICAS TOMADAS EN JUNIO DE 1808 POR DON ISIDORO DE ANTILLON.

Lugares.	Dia.	Hora.	Tiempo.	Barómetro en medidas españolas y en centímetros.	Termómetro de Reaumur.	Centígrado.	Altura sobre el nivel de París en metros.	Altura sobre el nivel del mar en metros.	Altura sobre el nivel del mar en medidas españolas.
				pulg. cent.			*met.*	*met.*	*var. pies. pulg. lín.*
Torrejon de Ardoz.....	4.	9 N.	Claro.....	30. 8 3/12 = 71.20.	17. 0.	21. 25.	555. 6.	586.46.	701. 1. 2. 7.6587.
Alcalá de Henares.....	5.	9 M.	Claro y calmoso..	30. 6 1/12 = 70.80.	14. 5.	18. 125.	600.23.	631.06.	754. 2. 2. 11.0323.
El Pozo.....	5.	2 T.	Claro.....	29. 9 11/12 = 69. 2.	16. 0.	20. 000.	796. 6.	827.43.	989. 1. 9. 9.9129.
Tendilla.....	6.	5 1/2 M.	Claro y calmoso...	30. 2 4/12 = 70. 1.	13. 0.	16. 25.	682. 0.	712.83.	852. 1. 7. 7.3017.
Orilla del Tajo, en el puente, entre Auñon y Sacedon.....	6.	12 1/2 M.	Claro.....	30. 8 3/12 = 71. 2.	14. 5.	18. 125.	552. 5.	583.33.	698. 1. 11. 10.2777.
Fuente de Corcóles.....	6.	6 T.	Claro.....	29.10 10/12 = 69. 4.	10. 5.	24. 125.	777. 6.	808.43.	847. 0. 10. 1.9449.

Alcocér.....	7.	5 M.	Claro.....	30. $2\frac{6}{12}$=70. 1.	12. 0.	15. 000.	680. 4.	711.23.	850. 1. 10.	8.6266.
Molino de S. Pedro, junto al Guadiela.....	7.	$10\frac{1}{2}$ M.	Claro y vientecillo.	30. $6\frac{10}{12}$=70. 9.	20. 0.	25. 000.	596. 0.	620.83.	742. 1. 6.	5.4777.
Riva-Tejada.....	8.	5 M.	Claro.....	29. $7\frac{11}{12}$=68. 8.	12.75.	15.9775.	835. 0.	865.83.	1035. 1. 7.	2.1177.
Cumbre de Portilla.....	8.	$9\frac{1}{4}$ M.	Claro y vientecillo fresco.....	28. $3\frac{2}{12}$=65. 6.	18. 5.	23. 125.	1239. 8.	1270.63.	1519. 2. 0.	2.9334.
Lo mas alto del cerro de Poyales.....	8.	$5\frac{1}{2}$ T.	Claro.....	27. $5\frac{5}{12}$=63. 7.	13.75.	17.1875.	1358. 8.	1389.63.	1661. 2. 11.	10.9114.
Herrería de los Chorros.	8.	$10\frac{1}{2}$ N.	Claro.....	28. $4\frac{7}{12}$=65. 9.	12. 5.	15. 625.	1185. 2.	1216.03.	1454. 1. 1.	4.6522.

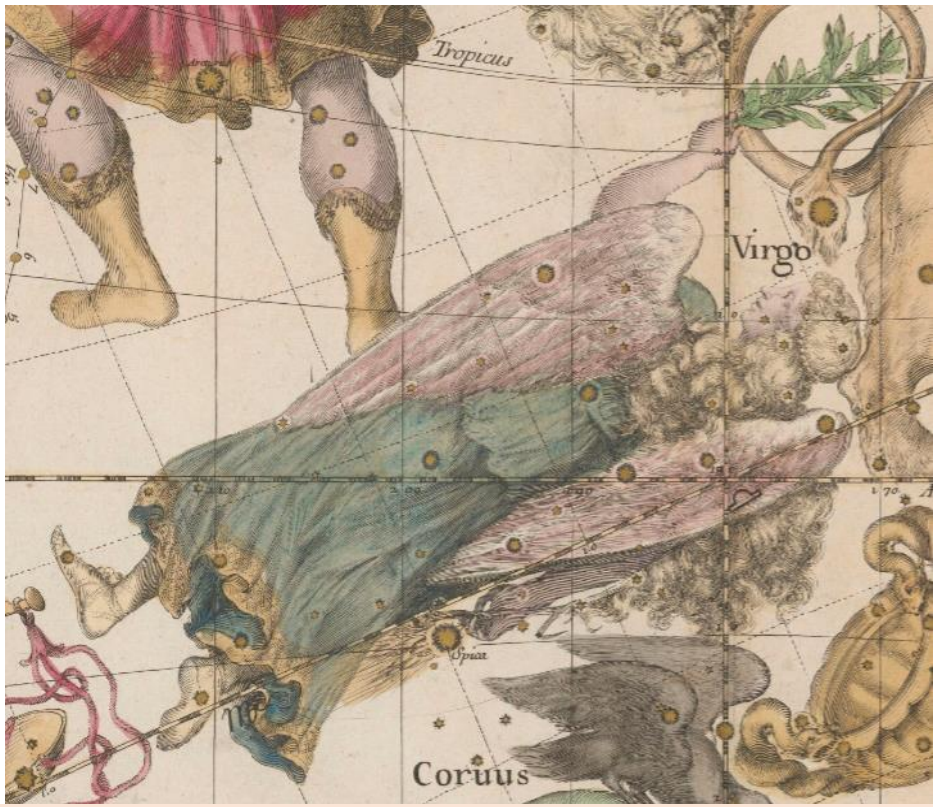
una descripción del mapa de España que adjuntó a su obra, para seguir mejor las explicaciones sobre sus diferentes reinos: «Acompaña mi obrita un mapa de la península, construido y corregido con especial cuidado y exactitud, y aunque en punto pequeño, suficiente para la inteligencia del texto. Su proyección es la esférica o de Mercator, usada por los navegantes, y aplicable á la representación de países, cuya extensión y situación en latitud sea como la de España; pues, aunque dicha proyección quita la semejanza en la configuración de las regiones, esto solo se hace muy notable en las que están situadas hacia los polos, y en porciones del globo bastante crecidas. Por lo demás tiene infinitas ventajas, principalmente en la facilidad y seguridad con que pueden tomarse sobre esta especie de cartas la longitud y latitud de cualquier lugar». Le sigue a

Cartela del Mapa de España, formado por Isidoro de Antillón en el año 1808.



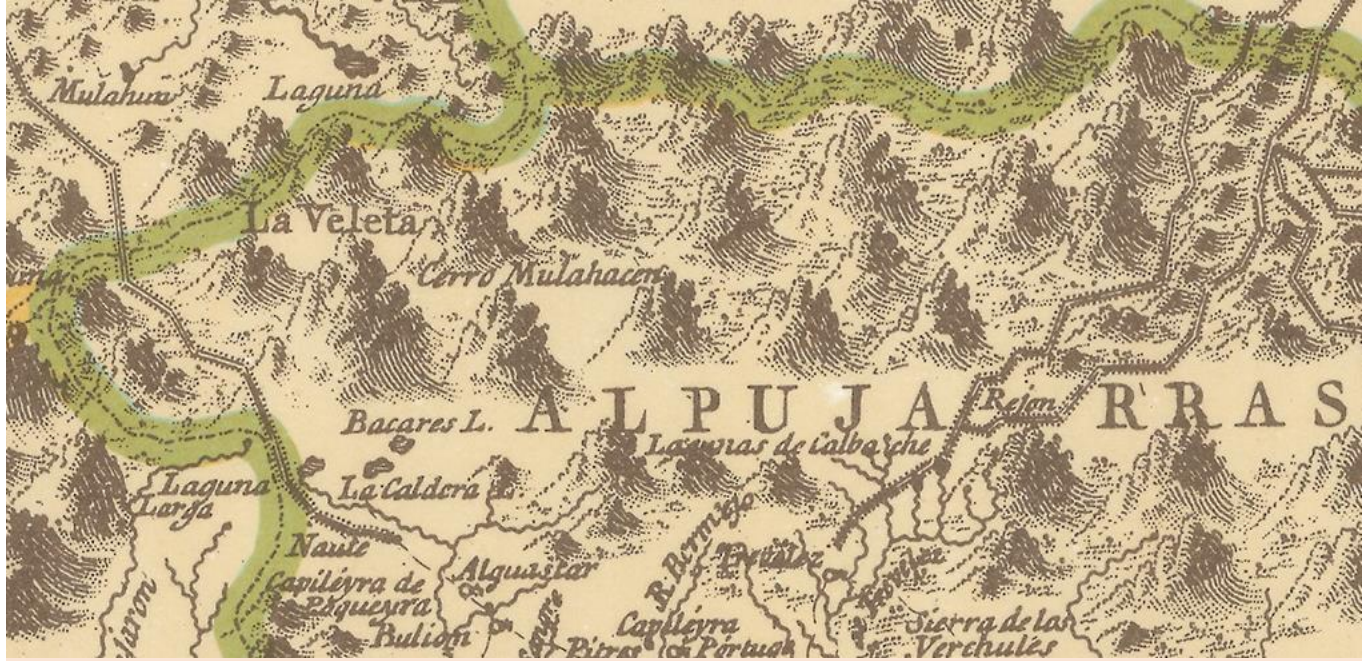
MAPA DE ESPAÑA, incluido por Isidoro de Antillón y Marzo en su obra titulada *Elementos de la Geografía Astronómica, Natural y Política de España y Portugal* (1808)

continuación un resumen de gran valor científico, ya que en él se señaló Antillón los métodos que siguió para calcular la longitud geográfica del Seminario de nobles de Madrid: «Tanto en el mapa, como en el texto y tablas que siguen, se refiere siempre la longitud geográfica al Seminario de nobles de Madrid, tomándolo por primer meridiano. Este punto de la capital se halla 2º 28′ 31″ al or. del Observatorio real de la Isla de León, según he deducido del promedio de varias observaciones astronómicas, calculadas con todo rigor y correspondientes entre sí, á saber: los eclipses de sol de 1803, 804 y 806; la ocultación de π de Escorpio en julio de 1804, y la de Aldebarán en 1794. Como por exactísimas operaciones está averiguado, que el antiguo Observatorio de Cádiz se halla 5′ 22″, 5 al O. de la Isla, su diferencia de longitud también al O. con el Seminario será de 2° 33′ 53′′, 5 por exactísimas operaciones está averiguado, que el antiguo Observatorio de Cádiz se halla 5′ 22″, 5 al O. de la Isla, su diferencia de longitud también al O. con el Seminario será de 2° 33′ 53″, 5. Un promedio entre las observaciones del eclipse de sol de 1803, ocultación de π de Escorpio en 1804, de α de Virgo en 1801, y del paso de Mercurio en 1799, verificadas todas en Madrid y Paris, fija la diferencia de meridianos entre nuestro Seminario y la capital del imperio francés, en 6º 33′23′′, el Seminario al occid.».

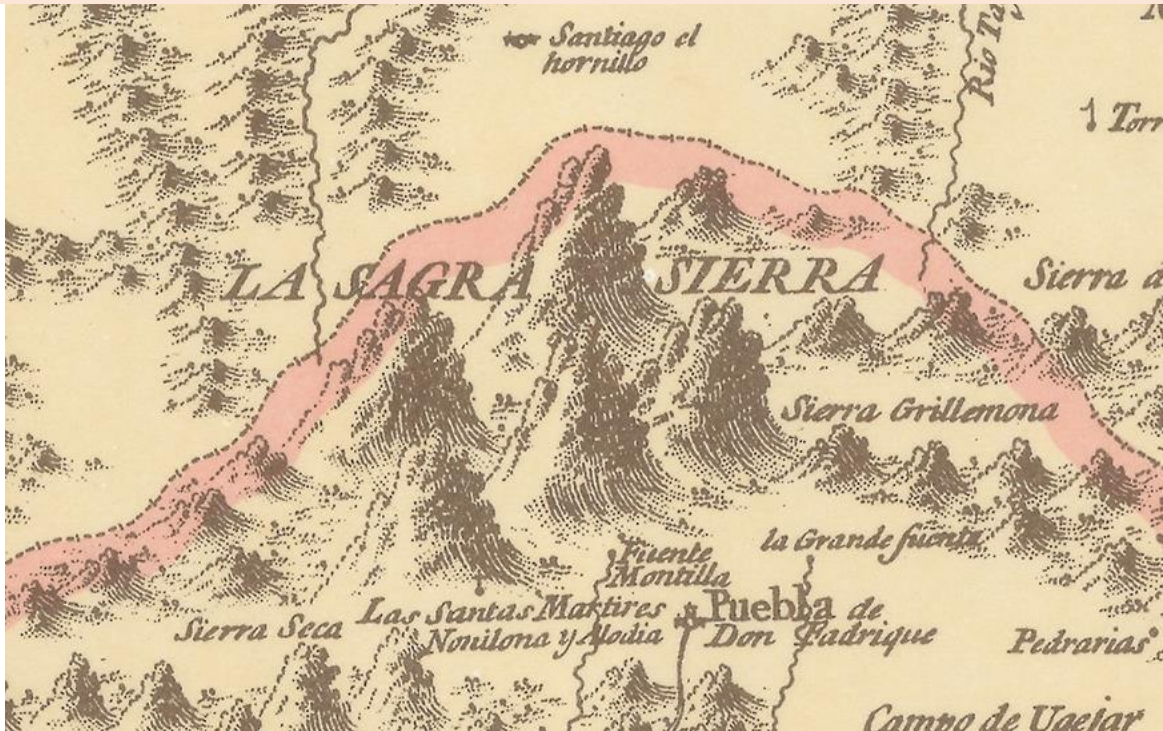


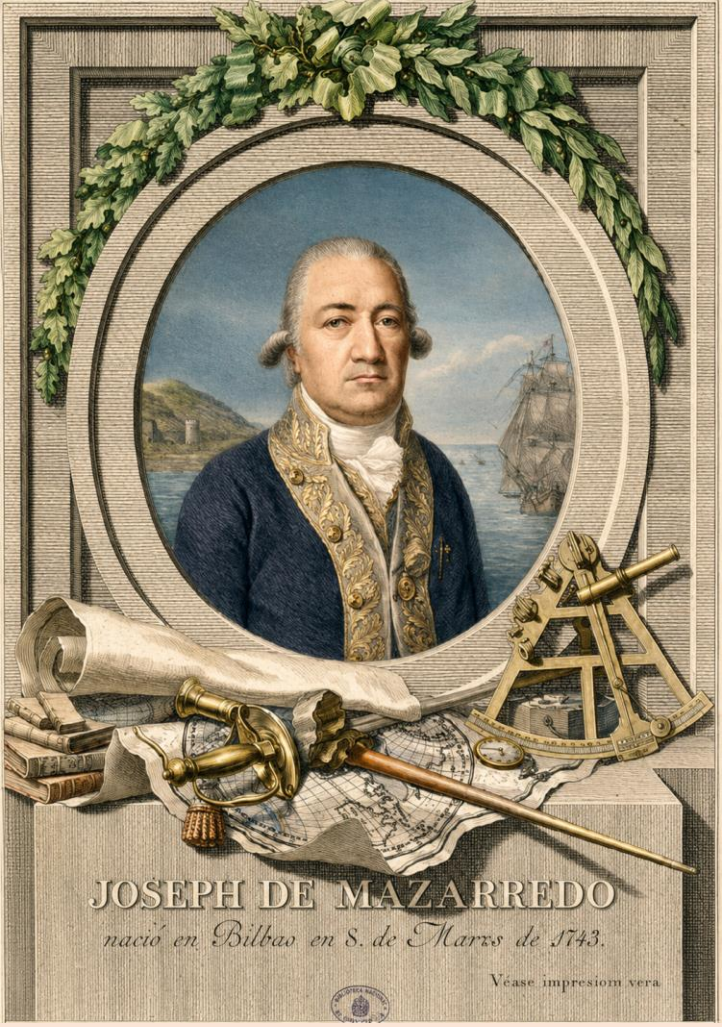
Ambas constelaciones son del *Globi coelestis in tabulas planas redacti descriptio de Ignace-Gaston Pardies* (1674)

En el prólogo también se indica que Antillón constató la escasa fiabilidad geométrica que ofrecían los mapas de Tomás López, cuando los consultó al redactar la descripción de los reinos de España; su comentario fue categórico: «…la poca fe que merecen y su casi inconcebible desconcierto en todas las situaciones astronómicas de los pueblos y no solamente en longitud, sino en la latitud misma». Los errores no solo afectaban al posicionamiento planimétrico, ya que también afectaban al relieve, «…y casi increíbles por lo enormes, …, errores que tengo apuntados individualmente por si algún día conviene demostrar al público que estas proposiciones no son hijas de la envidia ni de otra pasión miserable, sino del puro y sincero amor a la verdad». Aunque Antillón no lo citara, me he permitido presentar dos imágenes del Mapa del Reino de Granada, publicado en el año 1795, en el que se comprueba el error grosero que se cometió al representar la Sierra de la Sagra con mayor altitud que los Picos del Veleta y del Mulhacén, cuyos topónimos no se diferencian de los que les rodean. Antillón aprovechó la ocasión para reivindicar de nuevo el establecimiento de la Red Geodésica en España,



MAPA GEOGRÁFICO DEL REINO DE GRANADA (1795), por Tomás López, Geógrafo de los Dominios de S.M.





José Domingo de Mazarredo-Salazar de Muñatones y Gortazar (1745-1812), Teniente General de la Real Armada.

como remedio al despropósito cartográfico imp de mejorar este ramo importante de nuestra literat administración pública, costeando el levantamie España en punto grande por operaciones trigon astronómicas con los excelentes instrumentos y la física y la geodesia, y como se había ya ejecutado en parte de Portugal». Después de comentar de pasada las actividades geodésicas del país vecino, procedió Antillón a efectuar una sabia recopilación de los cálculos necesarios para fijar la posición geográfica de diferentes localidades españolas, que se venían efectuando desde la segunda mitad del siglo XVIII. En tales operaciones cobraron protagonismo los marinos geógrafos, como bien puso de manifiesto el propio Antillón, el cual valoró de forma expresa la colaboración que le prestaron muchos de ellos; así se refería a la que recibió de José de Mazarredo: «pero a nadie debe más la geografía astronómica del interior de spaña, que al Excmo. Sr. D. José de Mazarredo, y al capitán de navio D. Juan de Afguirre; y añado, que ninguno de cuantos sujetos he buscado en auxilio de luces para mi libro, sea ha prestado con la generosidad y galantería con que ambos señores tuvieron la bondad de comunicarme sus observaciones inéditas. El primero con un quintante o sextante de reflexión y horizonte artificial de azogue, y por alturas meridianas de sol, luna, júpiter, marte y algunas estrellas , ha determinado la latitud geográfica de Alcalá de Henares,…». Antillón cita muchos más lugares, como por ejemplo Pamplona, Irún, Bilbao, Roncesvalles y Portugalete; también comentó que Mazarredo determinó la longitud de Pamplona, observando en ella el eclipse de sol del año 1806: «estos trabajos,…reunidos con tantos otros como le

debe nuestra hidrografía, dan con justicia al Sr. Mazarredo una gloria eterna en los anales de la ilustración de la patria». A continuación, recordó Antillón otras contribuciones de Aguirre: «El Sr. Aguirre con celo no menos laudable ha establecido la situación astronómica de todos los pueblos de las carreteras de Madrid al Ferrol, a Burgos y Santander por Somosierra, y a Cádiz, con otras varias en las montañas de castilla y principado de Asturias; determinando su latitud por alturas tomadas con un círculo inglés de reflexión, y la longitud por el estado y movimiento de un reloj marino». La posición de todos esos lugares fue incorporada a la tabla *titulada Situación astronómica de varios lugares de España y Portugal por observaciones modernas, y en gran parte inéditas*, la cual figura al final del libro *Elementos de la Geografía Astronómica, Natural y Política de España y Portugal;* la imagen adjunta es parte de la misma.

Nombres de los Lugares.	*Latitud. Norte.*	*Longit. en grad.*
Iglesia.	*S* 43°.15'.47".	
Irun *plaza de las casas consistoriales.*	*S* 43. 21.13.	
Isla de Leon ó S. Fernando *C. observat.*	*A* 36. 27.45.	*A* 2°.29'.08". O.
Iviza *C. Castillo.*	*A* 38. 54.30.	*A* 5. 12.10. E.
Lagos *C.*	*A* 37. 06.00.	*T* 4. 57.18. O.
Lanestosa *V.*	*S* 43. 12.17.	*R* 0. 16.40. E.
Leon de las Castillas (*Puerto*)	*S* 40. 38.48.	
Lerma *V.*	*S* 42. 01.21.	*R* 0. 02.30. O.
Lisboa *C. observat.*	*A* 38. 42.18.	*A* 5. 26.48. O.
Lugo *C.*	*S* 43. 00.27.	*R* 3. 53.30. O.
Luisiana (*La*) *nuev. pob.*	*S* 37. 31.26.	*R* 1. 34.15. O.
Madrid *V. C.*	*A* 40. 24.18.	*A* 0. 00.00.
Madridejos *V.*	*S* 39. 27.57.	*R* 0. 08.30. E.
Mahon *V. Cabo de la Mola.*	*T* 39. 52.36.	*T* 3. 07.30. E.
Málaga *C. Catedral.*	*T* 36. 42.18.	*R* 0. 46.19. O.
Manzanares *V.*	*S* 38. 59.28.	*R* 0. 17.30. E.
Marron *L. en lo interior de la ria de Colindres.*	*S* 43. 21.48.	
Mataró *C. Campanario*	*T* 41. 32.26.	*T* 6. 07.24. E.
Medina del Campo *V.*	*S* 41. 16.44.	*R* 1. 10.54. O.
Medina de Pomar *V.*	*S* 42. 56.41.	*R* 0. 11.45. E.
Mérida *C.*	*S* 38. 54.02.	
Molar (*El*) *V.*	*S* 40. 44.30.	
Monserrat *pico superior.*	*T* 41. 36.18.	*T* 5. 29.59. E.
Murcia *C. hácia el centro.*	*S* 37. 58.42.	
Murviedro *V. Grao.*	*T* 39. 39.00.	*T* 3. 24.18. E.
Ocaña *V.*	*S* 39. 56.00.	*R* 0. 10.30. E.
Oporto *C. en la barra.*	*S* 41. 08.00.	*T* 4. 55.24. O.
Orbaiceta *V.*	*S* 43. 00.42.	
Orbita *L.*	*S* 40. 59.50.	*R* 0. 51.10. O.
Oviedo *C.*	*S* 43. 21.55.	*R* 2. 08.08. O.
Palma *C. Catedral.*	*A* 39. 34.04.	*A* 6. 23.30. E.
Pamplona *C. Palacio del Virey.*	*A* 42. 49.50.	*A* 1. 39.19. E.
Ponferrada *V.*	*S* 42. 33.32.	

Como encabezamiento de la tabla, añadió Antillón la nota siguiente: *La longitud geográfica de los pueblos que queda en blanco, no está aún conocida directamente.*

EPÍLOGO: Controversia entre Antillón y Chaix

El origen de la discusión fue un artículo publicado en la revista *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes* (Tomo II. Año 1804. Número X), titulado *OBERVACIONES ASTRONÓMICAS*, A los sabios de Europa que me honran con su amistad*, escrito por Ali Beik y firmado en Fez el 12 de febrero de 1804. En él, tras referir algunas de sus observaciones en aquella ciudad, se incluyó la frase

*Los editores de la revista incluyeron la siguiente nota al pie: «Este y el siguiente artículo (geológico), son de un Africano que después de haber recorrido las principales naciones de Europa, por amor a las ciencias, sigue cultivándolas en su país. Estaban escritos en un mal lenguaje castellano, lo cual no es extraño en un Moro, y nosotros hemos corregido su estilo».

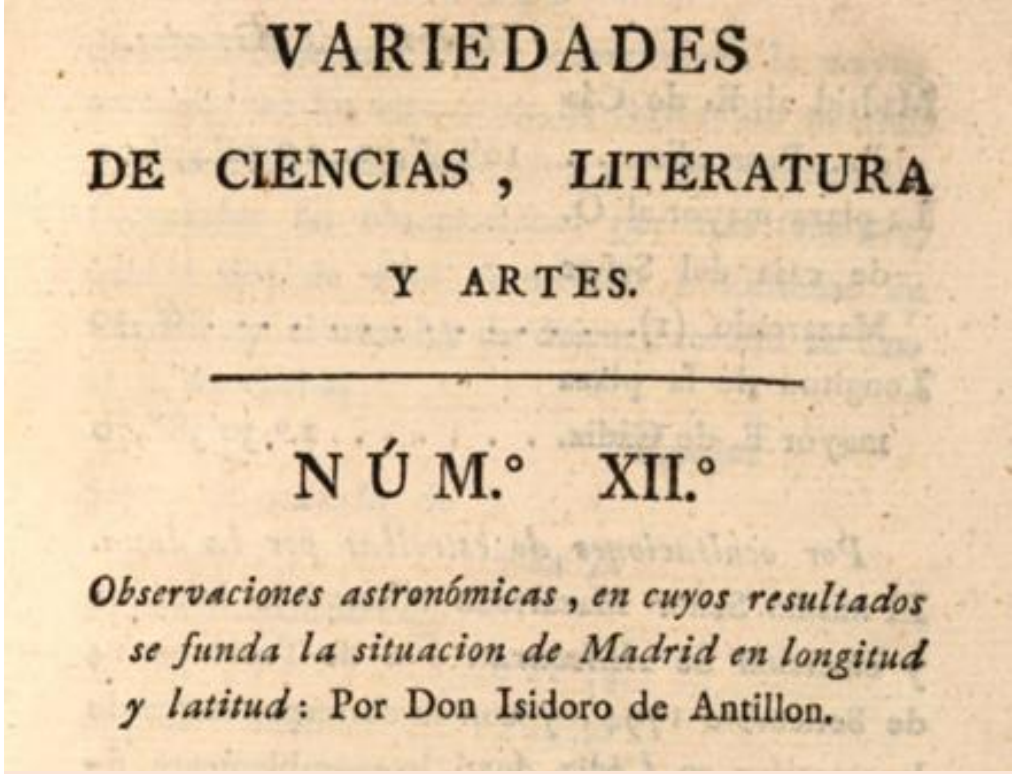
«¡ Y que todavía no sepamos la latitud y longitud de Madrid, ni las de casi ninguna de las ciudades principales de España¡»; debida probablemente a la desinformación del editor de la revista. El caso es que Antillón se sintió aludido y consiguió que se publicase, en el número XII del mismo año y tomo, la respuesta titulada *Observaciones astronómicas en cuyos resultados se funda la situación de Madrid en longitud y latitud.* El contenido del artículo se estructuró en dos partes, una dedicada a la longitud y otra a la latitud; recopilándose en ambas las observaciones que pretendían desmentir la aseveración que molestó a Antillón. De entre todas las observaciones que citaba solo se ha seleccionado, por razones de espacio, la que se transcribe a continuación: «Por eclipses de Sol. En 17 de Agosto de 1803, tiempo civil, observaron completamente D. Josef González, D. Felipe Bauzá y D. Isidoro Antillón, un eclipse de Sol en la cúpula de la torre de la Iglesia de Santa Cruz* de esta Corte. Comparada esta observación con la que se hizo del mismo

Torre de la Iglesia de la Santa Cruz, se hallaba en la Calle Atocha y era conocida como Atalaya de Corte. El templo fue demolido en el año 1868, desapareciendo con él una de las torres más altas de Madrid (144 pies). En la imagen se observa que ya se estaba demoliendo.

fenómeno en el Observatorio nacional de París, y calculadas ambas por el célebre astrónomo Mechain, resultó en tiempo medio: hora de conjunción de Sol y Luna en Madrid, $8^h\ 9^m\ 48^s.2$, en Paris, $8^h\ 34^m$

*La torre de Santa Cruz dista 500 pies al E del centro de la Plaza Mayor. Se publicó esta observación nuestra y su resultado en los números 91 y 106 de las Efemérides.

2^{s}.5. Luego longitud de la Torre de Santa Cruz al O. de París ….24^{m} 14^{s}. 3 = 6° 3' 34“.5». Antillón detalló también las observaciones de Tofiño (1788), Chaix (1800) y otras de Bauzá y Mazarredo, para determinar la latitud, fijando en torno a los 40° 25 ´su valor en la Plaza Mayor. Después fue un tanto ingenuo, cuando cerró su breve recopilación manifestando «tales son los datos de que tengo noticia y que afianzan la situación de Madrid en longitud y latitud. Ignoro si todavía hay algunas otras observaciones…o si el observatorio astronómico ha dedicado una parte de sus tareas a esta determinación. Más aún cuando así no sea, los resultados de las observaciones referidas bastan para asegurar que…el establecimiento astronómico de Madrid resultará tan seguro y científicamente determinado, como el punto más bien conocido del globo terrestre». De acuerdo con su exposición, dio traslado de su queja a la dirección de la revista, extrañándose que con tales antecedentes comunicasen que se ignoraba la posición geográfica de la capital: «una proposición indecorosa al honor nacional, y poco grata a los amantes de la astronomía». La petición última rezaba así: «Por estas razones creo tener derecho para suplicarles se sirvan retractarse de dicha proposición que, leída sobre todo en países extranjeros, daría poco ventajosa idea de nuestra cultura, y nos privaría de la gloria a que justamente somos acreedores por nuestros esfuerzos en promover, sin más estímulo que el entusiasmo de adelantar la geografía, las observaciones astronómicas». Antillón firmó su reclamación el 17 de mayo de 1804. Chaix, que había hecho caso omiso de la denuncia, a la que contestó Antillón, si creyó oportuno intervenir tras haber sido citado por este. Resulta cuando menos sorprendente el tono usado para dirigirse a Antillón, cuando este había alabado su proceder. Parece como



VARIEDADES

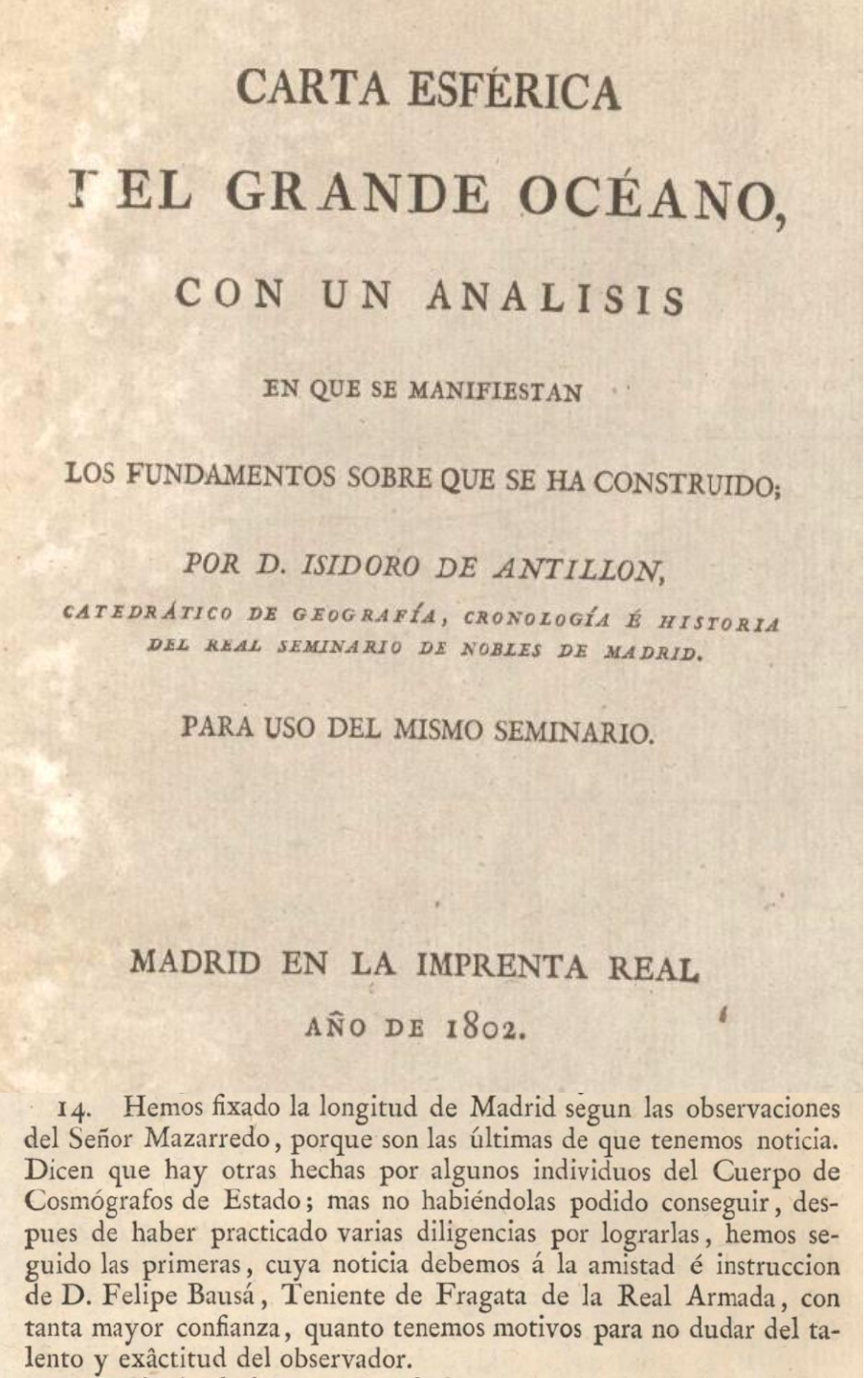
DE CIENCIAS, LITERATURA

Y ARTES.

NÚM.° XII.°

Observaciones astronómicas, en cuyos resultados se funda la situacion de Madrid en longitud y latitud: Por Don Isidoro de Antillon.

Tomo II. 1904. Número XII



CARTA ESFÉRICA

DEL GRANDE OCÉANO,

CON UN ANALISIS

EN QUE SE MANIFIESTAN

LOS FUNDAMENTOS SOBRE QUE SE HA CONSTRUIDO;

POR D. ISIDORO DE ANTILLON,

CATEDRÁTICO DE GEOGRAFÍA, CRONOLOGÍA É HISTORIA DEL REAL SEMINARIO DE NOBLES DE MADRID.

PARA USO DEL MISMO SEMINARIO.

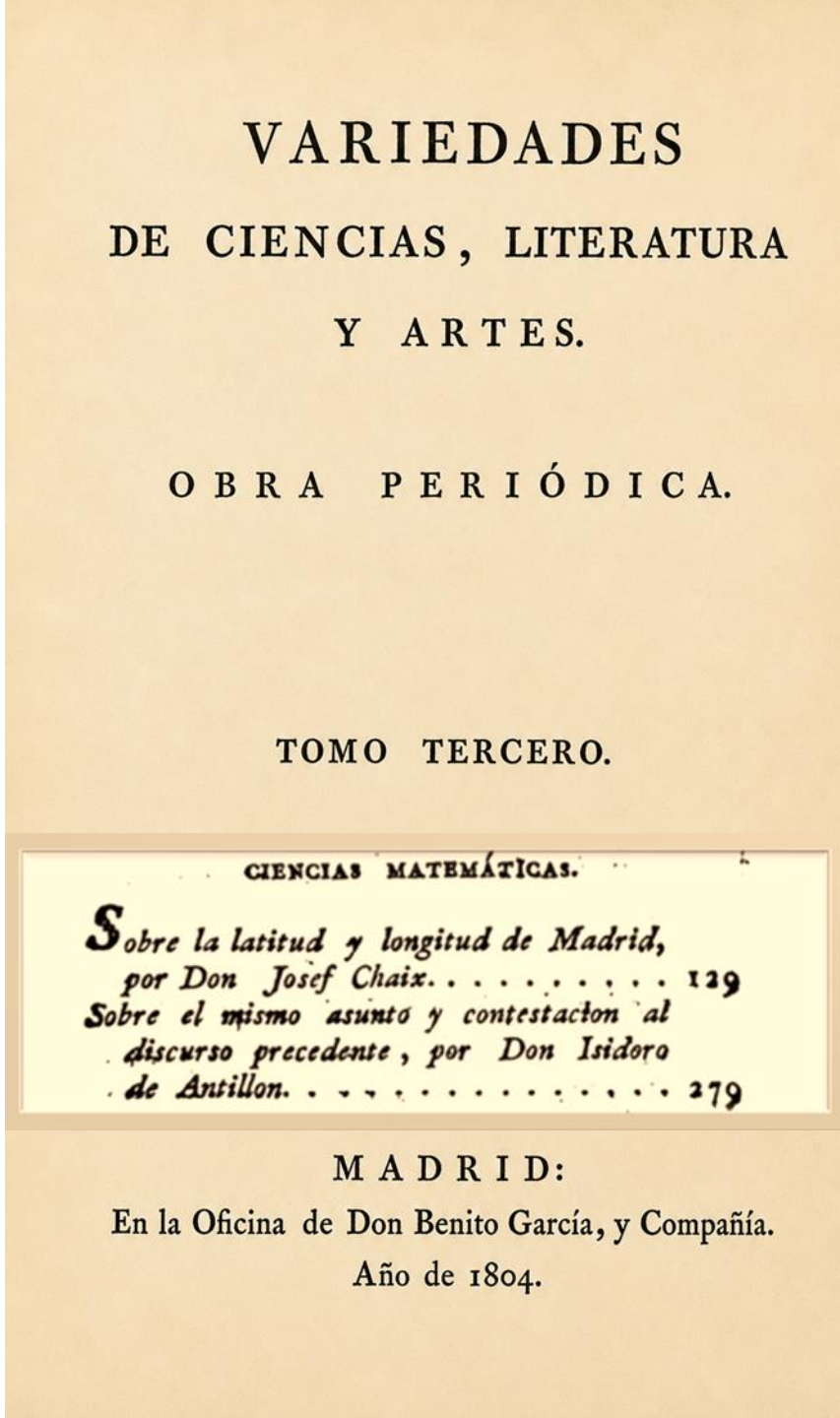
MADRID EN LA IMPRENTA REAL

AÑO DE 1802.

14. Hemos fixado la longitud de Madrid segun las observaciones del Señor Mazarredo, porque son las últimas de que tenemos noticia. Dicen que hay otras hechas por algunos individuos del Cuerpo de Cosmógrafos de Estado; mas no habiéndolas podido conseguir, despues de haber practicado varias diligencias por lograrlas, hemos seguido las primeras, cuya noticia debemos á la amistad é instruccion de D. Felipe Bausá, Teniente de Fragata de la Real Armada, con tanta mayor confianza, quanto tenemos motivos para no dudar del talento y exâctitud del observador.

si le atribuyera al geógrafo un deseo de arrogarse una representatividad que no tenía, o el haber formulado una velada crítica de la que podría desprenderse una posible inacción del observatorio astronómico, que dirigía en aquel momento. En cualquier caso, el escrito enviado por Chaix a la revista Variedades de Ciencias, Literatura y Artes fue inmisericorde con Antillón y próximo al mal gusto, por llegar incluso a la pretensión nada indisimulada de ridiculizarlo; no obstante, el lector puede extraer sus propias conclusiones, si desea consultar su contestación: *Sobre la latitud y longitud de Madrid, por Don José Chaix*, firmado el día 6 de julio de 1804. No obstante, si conviene recordar en este momento que la última parte de su discurso explica, en gran parte, el tono tan desabrido empleado con Antillón; ya que estaba molesto con él desde tiempo atrás. El astrónomo reprodujo en ella un párrafo, que a su juicio estuvo fuera de lugar, incluido por Antillón en el folleto con el que presentó su mapa del Pacífico: *Carta esférica del Grande Océano, con un análisis en que se manifiesta los fundamentos sobre que se ha construido* (1802); el párrafo en cuestión se reproduce junto a la portada del folleto. Chaix pensaba que Antillón se había referido con maledicencia al Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos, aunque en realidad fue a él a quien había dirigido su velada crítica. Confesaba entonces, el astrónomo, que en un principio se había propuesto guardar silencio «bien persuadido de que los inteligentes conocerían su ningún fundamento, y lo hubiera hecho a no habérseme presentado una

ocasión tan oportuna para vindicarme de la imputación injusta que en él se me hace». El artículo de Chaix concluía con estas palabras: «El absurdo es demasiado manifiesto para que nadie lo crea. La verdad es que ni el Señor Antillón, ni ninguna otra persona en su nombre me pidieron mis observaciones; y que, si dicho Señor lo hubiese hecho, hubiera encontrado en mi toda la generosidad y franqueza que pudiera desear». La réplica de Antillón, firmada el 17 de agosto de 1804, la tituló *Sobre la longitud y latitud de Madrid, en contestación a Don José Chaix,* y fue publicada en el mismo número de la revista, Variedades de Ciencias, Literatura y Artes (3º tomo, año de 1804). El tono general empleado fue más equilibrado que el del astrónomo, de acuerdo con el pensamiento de Antillón, el cual se declaraba enemigo «de toda rencilla literaria», para continuar manifestando su deseo sincero y exclusivo del «mayor adelantamiento de la ciencia que cultivo y el triunfo de la verdad», a la vez que agradecía a Chaix «que haya ilustrado esta parte de mi memoria, …, y dado a luz con este motivo nuevos e importantes resultados con que se hace más y más acreedor al reconocimiento y aprecio de los inteligentes». Sin embargo, intentó refutar o justificar cada una de las aseveraciones recogidas por Chaix, con desigual acierto. En ningún momento admitió Antillón que hubiese pretendido restar mérito alguno a Chaix, «si en mi corazón hubiese recibido acogimiento la negra envidia de su merecida reputación, desde luego no le hubiera nombrado ni poco ni mucho en dicha nota…lo cierto es que jamás he tenido contra el Señor Chaix



VARIEDADES

DE CIENCIAS, LITERATURA

Y ARTES.

OBRA PERIÓDICA.

TOMO TERCERO.

CIENCIAS MATEMÁTICAS.

Sobre la latitud y longitud de Madrid, por Don Josef Chaix 129

Sobre el mismo asunto y contestacion al discurso precedente, por Don Isidoro de Antillon 279

MADRID:

En la Oficina de Don Benito García, y Compañía.

Año de 1804.

Dos esferas armilares, geocéntrica la de la izquierda y heliocéntrica la de la derecha, usadas por los Ingenieros Cosmógrafos. Probablemente fueron fabricadas por Megnié, jefe del taller de instrumentos anexo al Real Observatorio.

personalidad alguna, ni creo *haberle hecho imputaciones injustas, ni procedido con ligereza contra algunos individuos del Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos**». Antillón comentaba que «ni por el Señor Chaix, ni por otro individuo alguno del observatorio se habían hecho observaciones precisas para determinar la longitud de Madrid, o que, si se habían hecho, no se me querían comunicar». Aunque su última afirmación fuese imposible de confirmar, si comentó un asunto que dejaba a Chaix en una posición comprometida. Sabido que las supuestas ofensas proferidas contra los individuos del Cuerpo de Cosmógrafos de Estado se incluyeron en el folleto relativo a la Carta del grande océano, incorporó Antillón una noticia novedosa: y fue el hecho de que dicho folleto fue sometido a juicio y examen del mismo Director del observatorio, por parte del jefe inmediato del propio Antillón. Más sobresaliente todavía fue su revelación de que la respuesta recibida no pudo ser más elocuente, «después de llenar de elogios a la obra, y a su autor por un efecto de indulgencia, concluye: En cuanto a la carta del grande océano y sus análisis, nada tengo que decir, si no que se debe desear no se le escaseen al Señor Antillón los auxilios necesarios para llevar esta empresa al fin que se propone». Posteriormente si se empleó Antillón con más dureza «es verdad que no me dirigí personalmente al Señor Chaix, pero tampoco tenía motivo de tomarme esta confianza…y me expusiera a experimentar si tenía o no toda la franqueza y generosidad que yo hubiera podido desear . Cuando no se tienen

*El subrayado repite las palabras que había empleado Chaix para referirse al asunto en cuestión.

relaciones particulares con un literato,…, tampoco públicas, me parece demasiada confianza exigir trabajos que aún no ha publicado, y que por consiguiente se ignora si los tiene destinados a la luz pública, o a la obscuridad de su gaveta». No obstante, Antillón trató de zanjar la polémica en su conclusión, puesto que reconocía no haber querido ocultar o desatender las observaciones de Chaix, cuyas aportaciones contribuyen sobremanera a la ilustración de la geografía y «de cuyo sobresaliente mérito he sido tan sinceramente apasionado como de todos los que, en la carrera de la astronomía, en la que deseo de veras adelantar, han dado evidentes pruebas de su saber».

En el artículo *Las Observaciones Astronómicas de Josef Chaix Isnel (1766-1811) para determinar la latitud y longitud de Madrid* (2023), se detalla la controversia que mantuvo Antillón con ese astrónomo. Una versión digital del mismo es ofrecida por la Universidad de Granada, a través de DIGIBUG principal.

Se cierra esta reseña reproduciendo la parte final de la que hizo en su momento la Real Academia de la Historia: « Su condición de miembro del partido liberal en tales Cortes y su adhesión constitucional le acarrearán el ser perseguido por sus adversarios políticos, sufriendo, primero, un atentado, y, más tarde, cuando estaba reponiéndose en casa de su tío en Mora de Rubielos, la orden de ser aprendido. Arrestado para ser conducido a Zaragoza, fallece en su ciudad natal, a la que había rogado le llevaran advirtiendo su estado… En esos intensos años, además de ocupar fugazmente el cargo de director del Archivo de Indias de Sevilla, y el de director de la Gaceta, funda y contribuye con su incansable energía y tenacidad a la difusión de sus ideas progresistas en diversas publicaciones periódicas. Su resentida salud y la feroz persecución desatada por sus adversarios políticos, explican su prematuro fallecimiento».

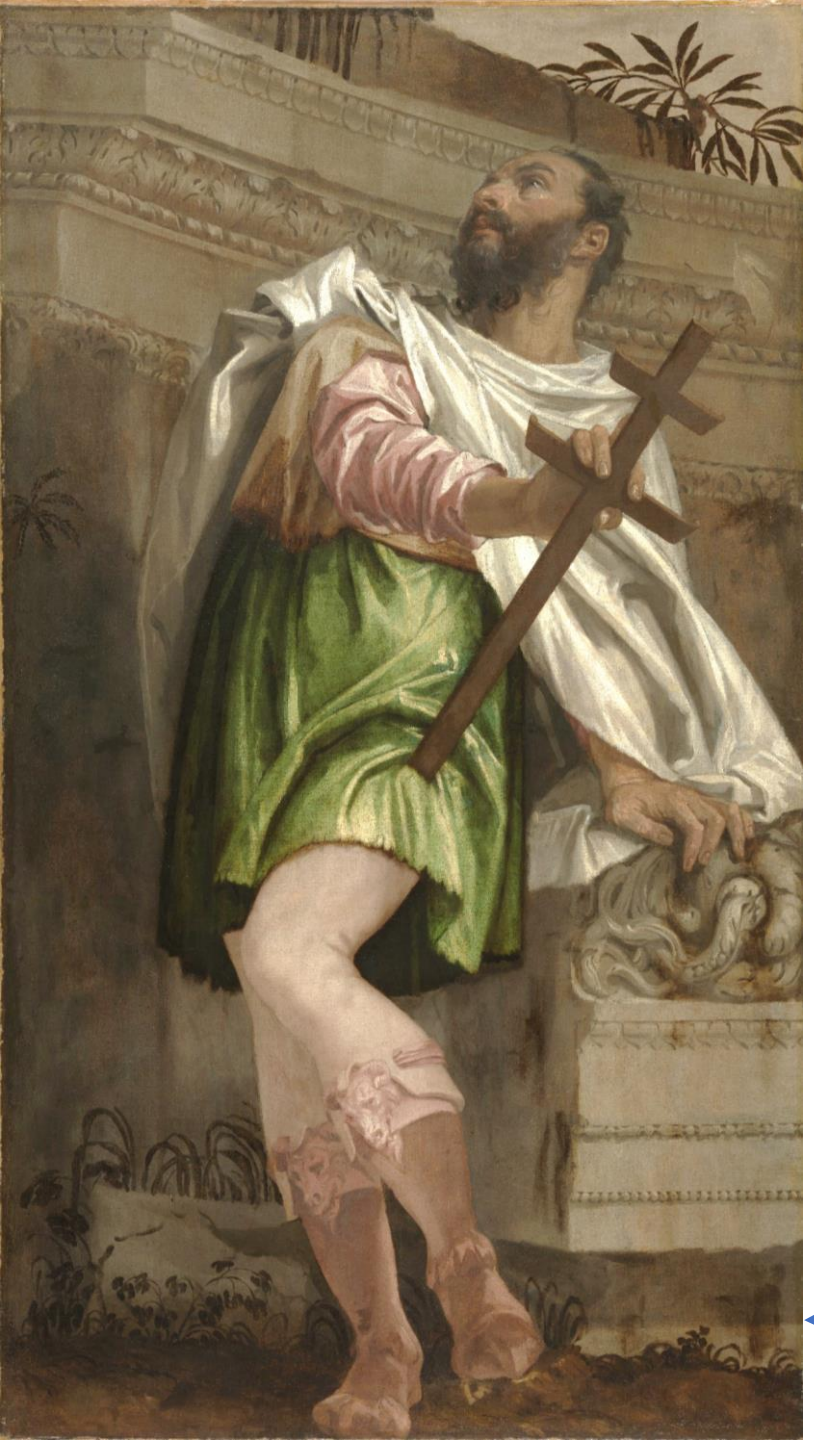
Las Observaciones Astronómicas de
Josef Chaix Isnel (1766-1811) para determinar
la latitud y longitud de Madrid.

En la frontera de los siglos XVIII y XIX se efectuaron en la capital de España unas interesantes observaciones tendentes a fijar su posición sobre el globo terráqueo, el observador fue el matemático valenciano J.Chaix; muy bien considerado por astrónomos tan celebrados como P. Méchain, con el que llegó a mantener una estrecha amistad. Los fenómenos astronómicos elegidos fueron múltiples: eclipses de Sol y de Luna, inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter, ocultaciones de estrellas por la Luna, culminaciones estelares (incluidas las del Sol) y hasta el tránsito de Mercurio (en dos ocasiones). La mayoría de las mediciones se realizaron en una vivienda de la calle del Turco, actual marqués de Cubas, ya cerca de la calle de Alcalá. El resumen de tales observaciones, con parte de los resultados, se publicó en revistas tan prestigiosas como Connoissance des Mouvements Célestes *y* Allgemeine Geographische Ephemeriden. *Los valores de las dos coordenadas geográficas fueron trasladados finalmente al centro de la Plaza Mayor, tras haber reorientado el Plano Geométrico de Madrid (T. López 1785).*

MARIO RUIZ MORALES

1

Averroes (1126-1198)



El nombre latino de Averroes proviene de ibn Roschd , una vez transformado ibn en Aben o Aven por el hebreo). Nunca olvidó su Córdoba natal, como prueban sus referencias en las traducciones que hizo de la República de Platón y del Cielo de Aristóteles Al final de su resumen del Almagesto, reconocía que solo se había limitado a los teoremas más importantes; comparándose al hombre que al huir del fuego solo lleva consigo las cosas más necesarias.

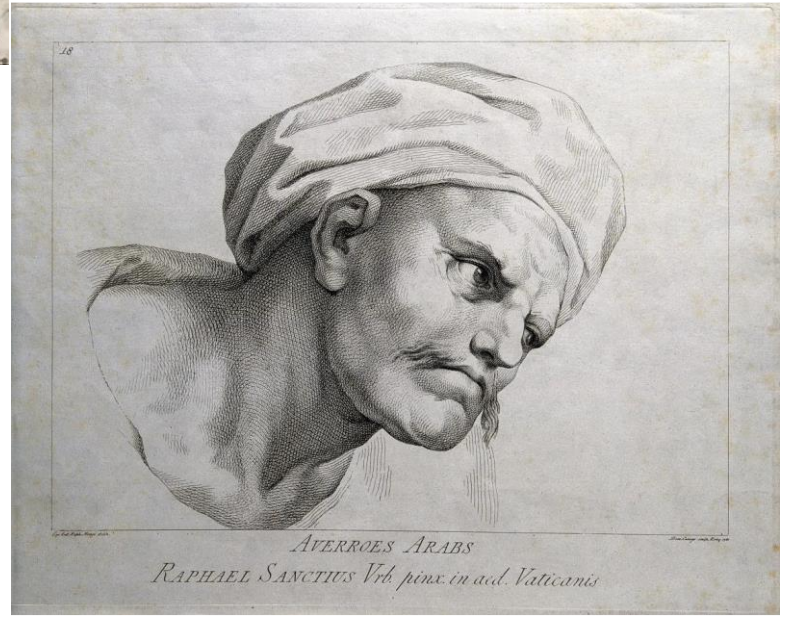
Averroes junto al esquema del universo aristotélico

← P. Veronese .1557. County Museum of Art (Los Ángeles)

Averroes. *Aristoteles latinus* nº 1813 (pp 1206 1207). Biblioteca del Vaticano

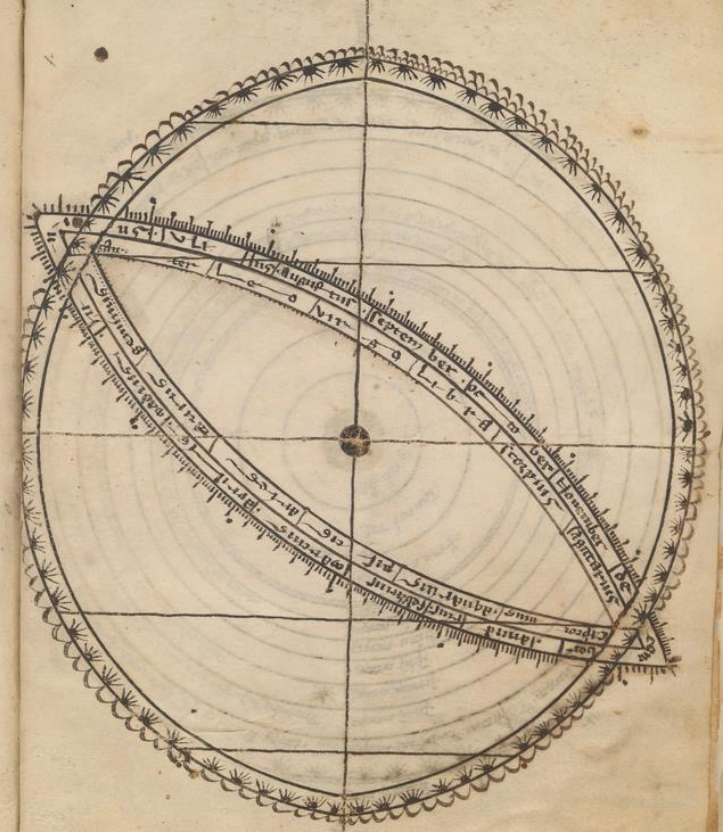
Aparte de sus comentarios a las obras de los filósofos griegos, escribió numerosos opúsculos; entre los astronómicos sobresale el ya citado sobre el Almagesto de Tolomeo, otro sobre el movimiento de la esfera celeste, y un tercero acerca de la apariencia del cielo de las estrellas fijas. A ese respecto, ha de subrayarse su intención, anunciada en el segundo libro de su extenso comentario al Cielo de Aristóteles, de escribir una obra sobre la astronomía en la época del sabio griego, con el fin de refutar la teoría de los epiciclos y de las excéntricas, y hacer coincidir la astronomía con la física aristotélica.

El cielo era, a los ojos de Ibn-Roschd, un ser vivo esencial para la vida , compuesto por varios orbes que representan las extremidades, y en el que el primer motor representa el corazón, del que irradia vida para los demás miembros. Cada orbe tiene su inteligencia que es su forma, como el alma racional es la forma del hombre; estas mentes, subordinados jerárquicamente, constituyen la cadena de motores, que propagan el movimiento de la primera esfera para nosotros.



Grabado de
Domenico Cunego (1785).
Escuela de Atenas

Al- Zarqali (c.1029-1087)



Canones Arzachelis. G. Cremonensis (1114-1187)

Azarquiel, como era conocido en Occidente, dirigió en Toledo a un equipo de astrónomos que recopiló, después del año 1068, el saber astronómico en un valioso documento: las Tablas toledanas. Este trabajo, que representa la primera aportación original de la astronomía en al-Andalus, fue extremadamente influyente en Europa durante tres siglos, hasta que fueron actualizadas por las Tablas Alfonsinas. La versión más antigua de las Tablas se inspiró principalmente en el Sindhind de Khwârizmi, aunque también fueron influenciadas por los trabajos de al- Battani.

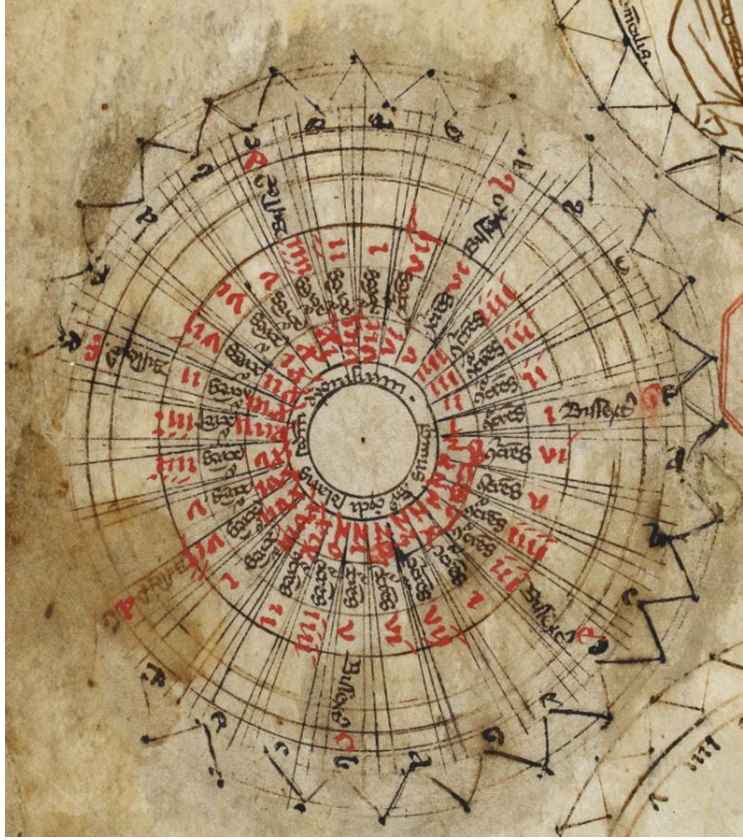


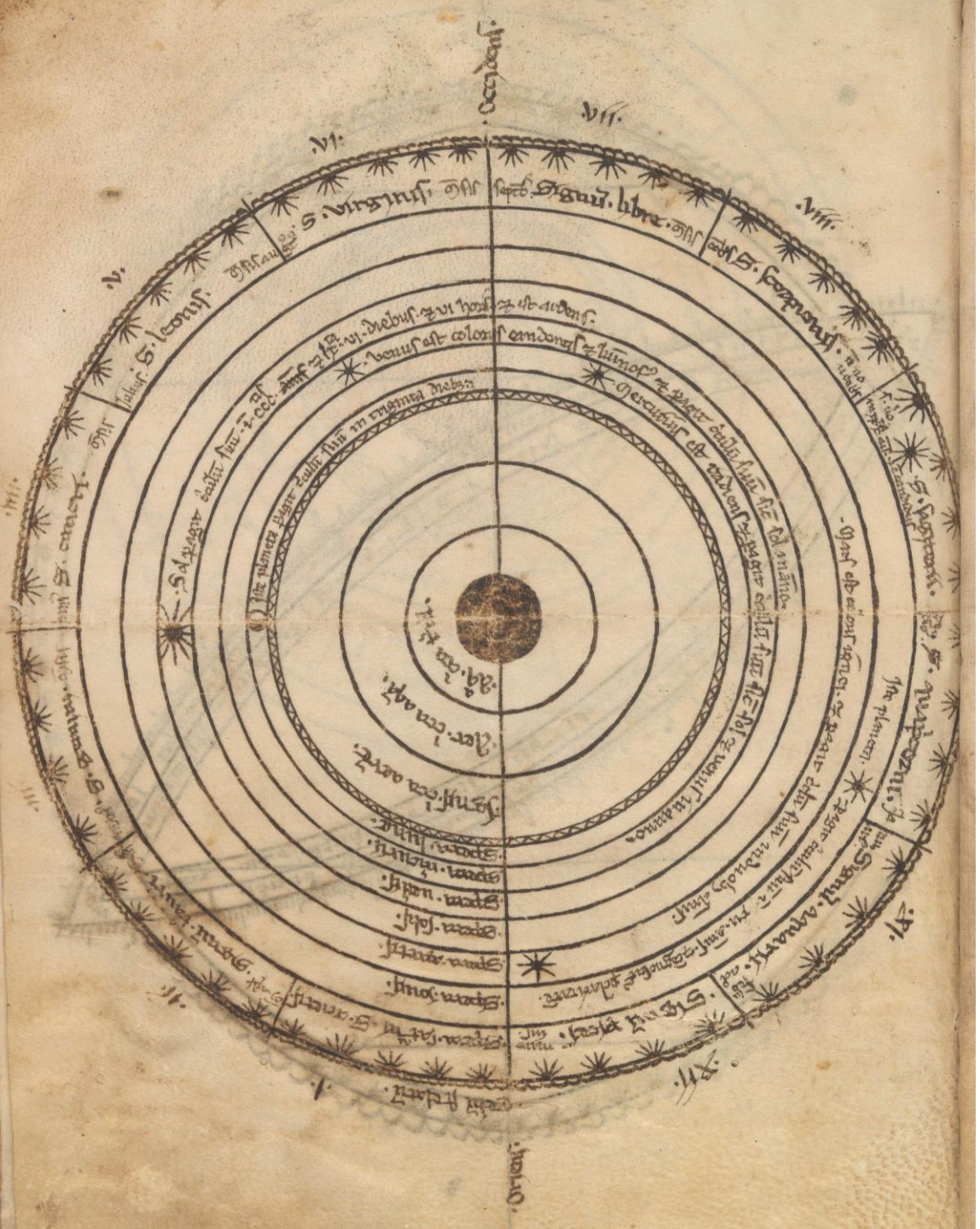
Diagrama circular para calcular la fecha de la Pascua y un detalle del listado (De proiectionibus radiorum planetorum) en lasTablas Toledanas. British Library, Ms. Harley Ms. 3734

La versión árabe original de las Tablas toledanas se ha perdido, pero se han conservado dos versiones latinas, una de Gerardo de Cremona (siglo XII) y otra de autor desconocido. en ellas se proporcionaba información relativa a: cronología, astronomía esférica, movimientos planetarios, incluidos los del Sol y a Luna, latitudes de los planetas, eclipses y astrología.

AZAFEA

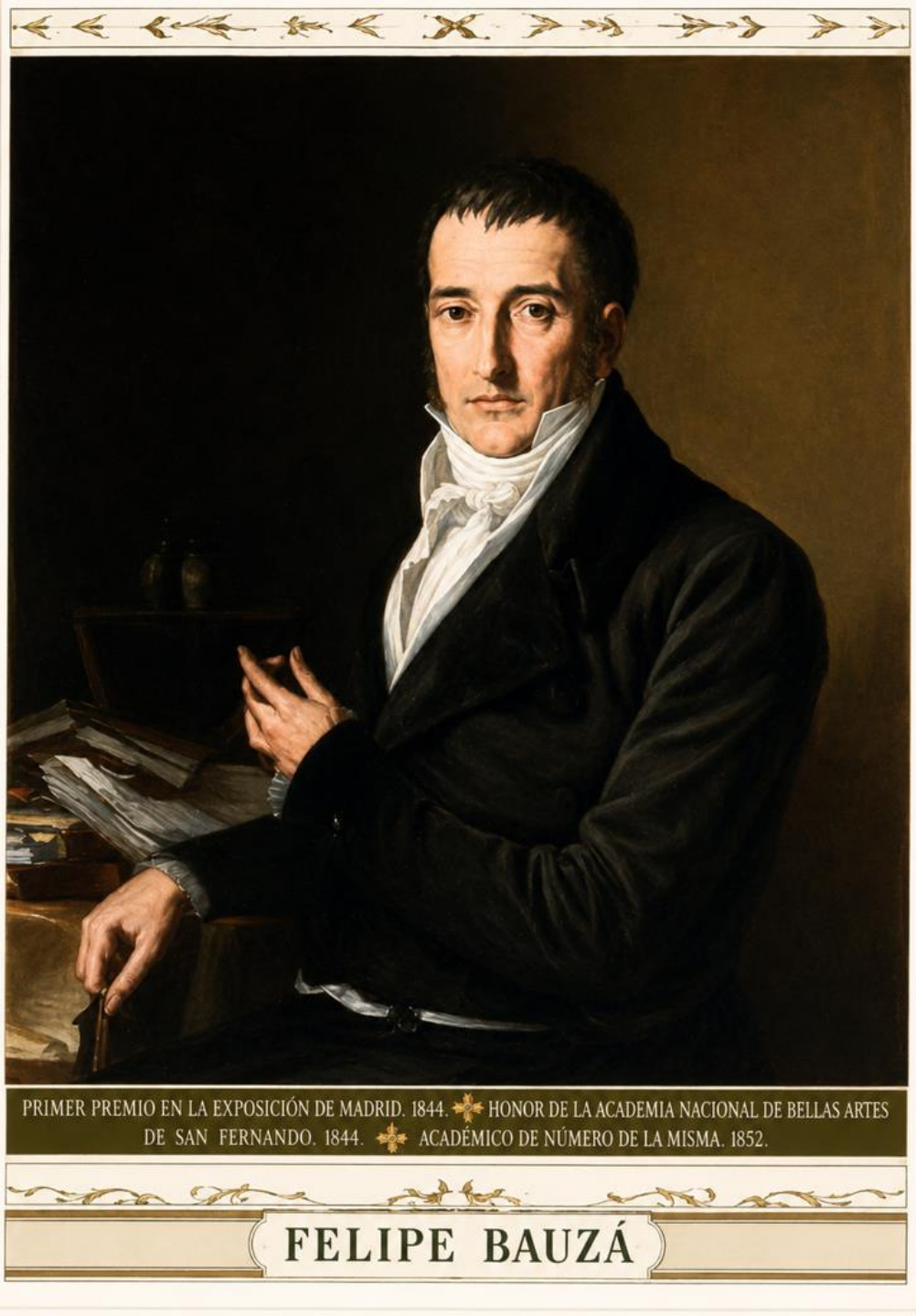
Astrolabio universal del siglo XIII confeccionado de acuerdo con la doctrina de Azarquiel. Procede del norte de África. Las estrellas de la araña se fijan a través de sus coordenadas eclípticas: latitud y longitud. *Museum Science History*. Oxford.

Otra de las contribuciones de Azarquiel fue el astrolabio universal, llamado así por ser independiente de la latitud del lugar. Tres fueron los tratados que escribió sobre el instrumento que había diseñado, uno de los cuales dedicó al gobernador de Toledo. La innovación principal consistió en introducir una placa con las coordenadas eclípticas. Tanto los meridianos como los paralelos eclípticos figuraban graduados a intervalos de cinco grados. Teniendo en cuenta el valor que tenía, en su época, la oblicuidad de la eclíptica, superpuso a la retícula de tales coordenadas la homóloga asociada a las ecuatoriales, graduando los paralelos celestes y los horarios con la misma equidistancia de cinco grados. Con semejante disposición se facilitó sobremanera la colocación de las estrellas elegidas. El nuevo instrumento fue conocido con el nombre de al-Safihah al-Zarqalliyah, atendiendo al de su inventor; aunque en Europa se eligiese el de azafea, o saphea Azarchelis.



Azarquiel, el mejor astrónomo español de todos los tiempos, fue un autor prolífico: al tratado en el que analizaba movimiento propio del apogeo solar, se unió el relativo al movimiento de las estrellas fijas, incluyendo la teoría de la trepidación; en su lámina de los siete planetas se reconoció, quizás por vez primera, que la órbita de Mercurio no era circular. Como estudio complementario al de su astrolabio universal escribió una especie de manual de la proyección estereográfica, que fue traducido en repetidas ocasiones a varias lenguas vernáculas. A fines del siglo XV, *la saphea Azarchelis*, como se la llamaba en latín, se integró en el plan de estudios de las universidades europeas. A mediados del siglo XVI, Gemma Frisius desarrolló su *astrolabium catholicum* análogo al del sabio toledano y extendió aún más la popularidad de este instrumento.

← G. Cremonensis: Canones Arzachelis in Tabulas Toletanas. Theorica planetarum



Felipe Bauzá y Cañas (1764-1834)

Marino mallorquín distinguido, astrónomo competente, excelente delineante y cartógrafo prolífico, que propuso una división provincial de España e intentó hacer un mapa de la misma (llegó a triangular la provincia de Madrid). Felipe Bauzá y Cañas nació en Palma de Mallorca, en el seno de una familia humilde, pues su padre era maestro de albañil. El hecho de no ser hijodalgo, le impidió cursar los estudios de guardiamarina, pero no los de pilotín; un título que consiguió el 3 de diciembre de 1773 y le permitió ser destinado a la Escuela de Navegación de Cartagena, siendo nombrado piloto meritorio el 10 de febrero de 1779. Sus primeras travesías se inician en el mes de mayo siguiente, participando tres años después en el gran Sitio de Gibraltar, pilotando una lancha cañonera, en 1783 y 1784, tuvo su bautismo de fuego durante los bombardeos de Argel*. La vida profesional de Bauzá mejoró ostensiblemente en 1785, al ser incorporado, como Ayudante de Piloto y maestro de Dibujo, al proyecto del Atlas marítimo comandado por Tofiño; quien por entonces era el Director de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz. En dicho proyecto coincidiría Bauzá con marinos tan ilustres, como Espinosa, Galiano y Malaspina, por citar solo a los más conocidos. La

*Antonio Luis Martínez y Guanter. *Biografía de Don Felipe Bauzá y Cañas. Capitán de Navío de la Real Armada Española*. Revista general de Marina (Año 2011. Diciembre, Tomo 261. Pp: 855-864)

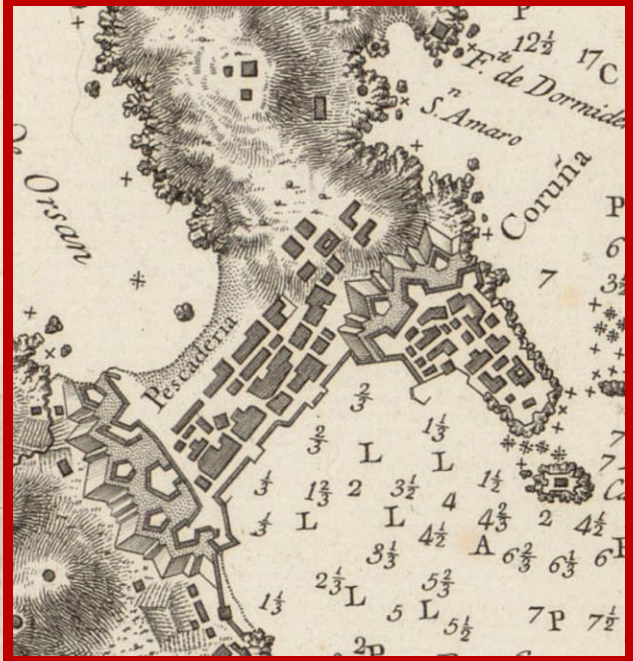
participación de Bauzá fue decisiva en los levantamientos hidrográficos, realizados durante el periodo 1786-88, que afectaron al litoral gallego y portugués, siendo ascendido a Segundo Piloto el 30 de enero de 1786. Seguidamente fue nombrado *Profesor de Fortificación y Dibujo* en la Academia de Guardiamarinas de Cádiz, así como Alférez de Fragata en 1789; lo que no le impidió finalizar sus trabajos de gabinete, posibilitando de ese modo la publicación, en ese mismo año, del *Derrotero de las costas de España en el Océano Atlántico y de las Islas Azores o Terceras*, además del *Atlas marítimo de*

CARTA ESFERICA
DE LAS ISLAS DE LOS AZORES Ò TERCERAS
PRESENTADA
AL REY NUESTRO SEÑOR
POR EL EXCMO SÕR BAYLIO FREY DON ANTONIO VALDÉS,
Consejero de Estado, Secretario de Estado y del Despacho Universal de Marina: y encargado interinamente de la Secretaria de Estado Guerra, Hacienda, Comercio, y Navegacion de Indias.
Y CONSTRUIDA
Por el Brigadier de la Real Armada
DON VICENTE TOFIÑO DE SAN MIGUEL,
Director de las Academias de Guardias Marinas.
Año 1788.
F. Selma lo grabó.

España. En ambos casos se evidenció la buena delineación de todos los detalles topográficos y la finura de las escalas graduadas en las imágenes de los meridianos y paralelos. Muchos fueron los ejemplos en los que figuró su firma: («*Dib. F. Bauzá*», «*Bauzá lo delineó*», « *Bauzá lo dibujó*»)*, confesando años después que tras ejecutar tales trabajos ya le resultaban familiares «todas las operaciones de la geografía matemática». La buena labor de Bauzá

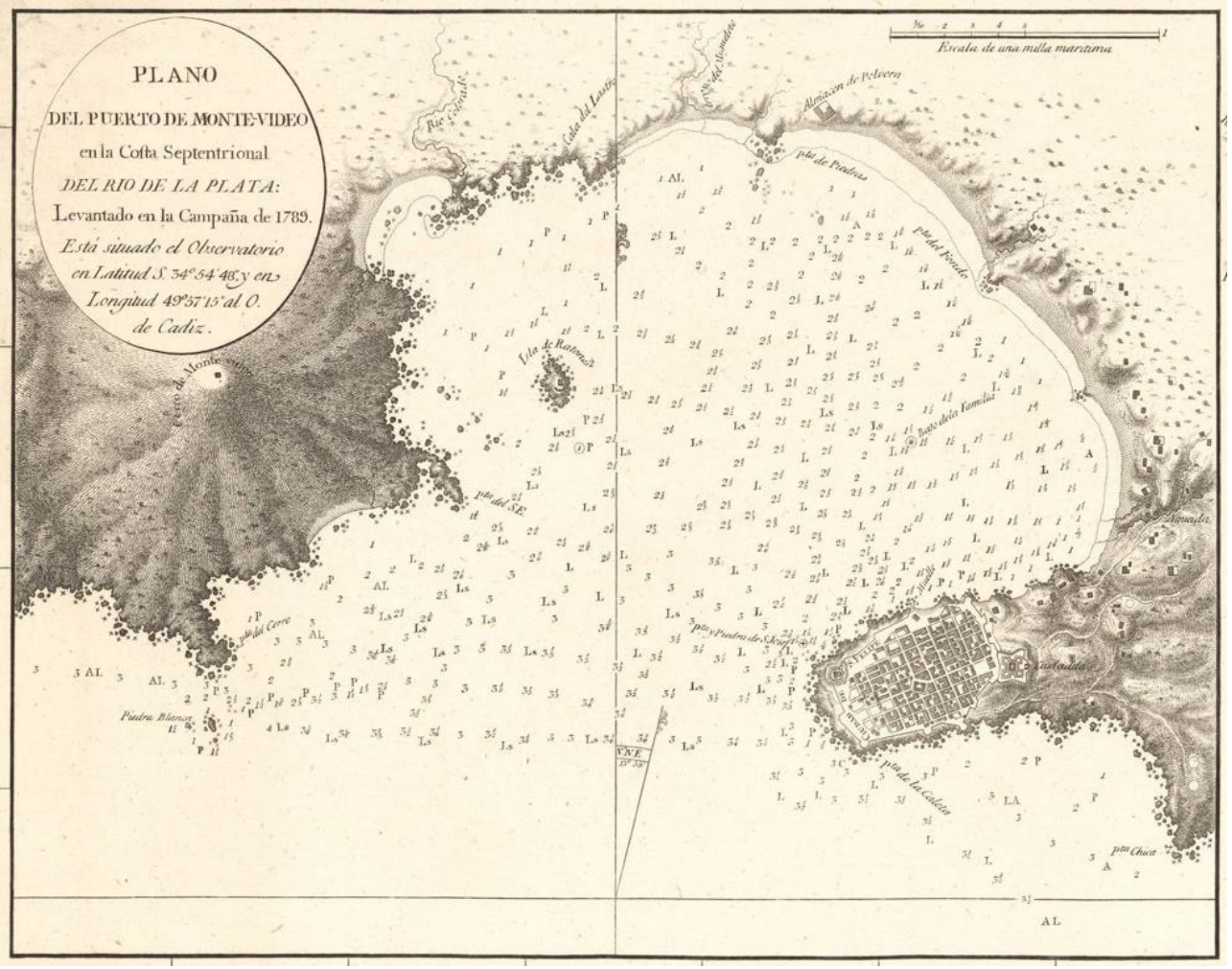
*En la reseña sobre Bauzá, hecha por la Real Academia de la Historia se citan los siguientes:« las cartas esféricas de una parte del Atlántico, las islas Azores o Terceras, la costa de Punta Candor a cabo Trafalgar, la costa de Asturias y la de Galicia, así como los planos de las rías de Ferrol, La Coruña y Betanzos, Corcubión y plano de la ría de Pontevedra, Cádiz y sus bahías, Gijón, Cartagena, Ceuta, Pasajes, San Sebastián y Mogador. También existe testimonio de su mano en preciosas vistas de las costas de Galicia, Portugal, Cantabria y las Azores». La cartela que se presenta, es una buena muestra de la maestría de Bauzá.

PLANO DE LAS RÍAS DE FERROL, CORUÑA Y BETANZOS



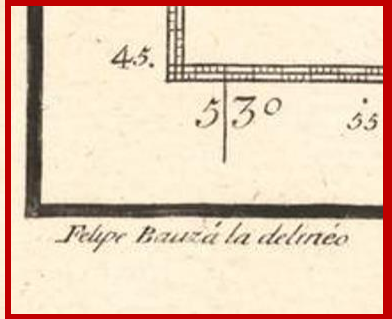
Detalle de La Coruña

Firma de Bauzá



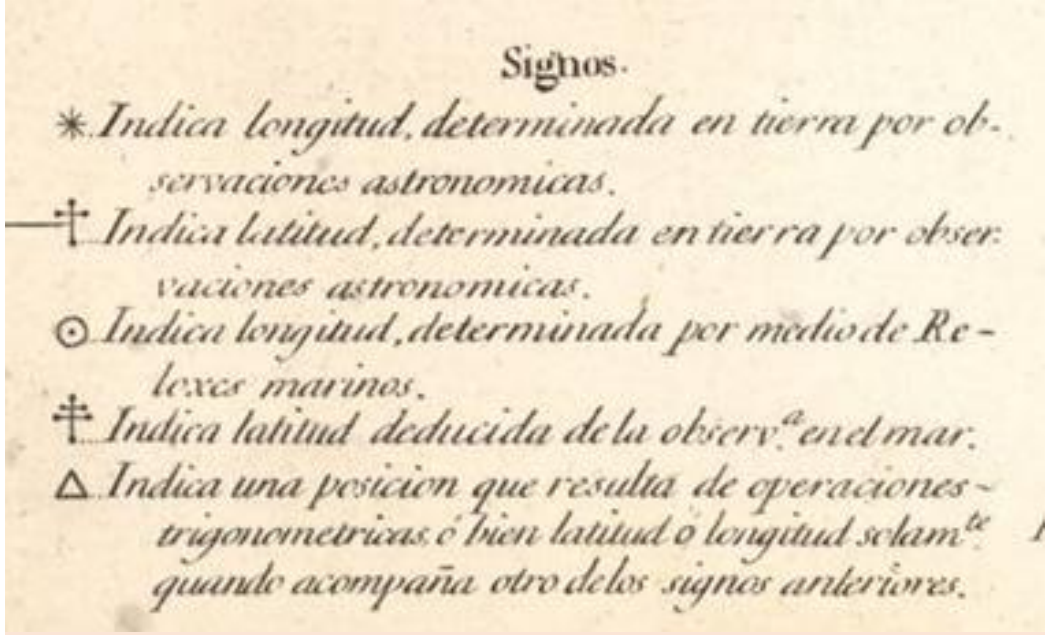
La buena labor de Bauzá en el Atlas se vio recompensada con la invitación que recibió de Malaspina para que formase parte del equipo técnico ligado a la expedición, que pretendía dar de nuevo la vuelta al mundo; haciéndolo como director responsable de Cartas y Planos de la Descubierta, la nave capitana. A bordo de ella zarparon de Cádiz el 30 de julio de 1789, para llegara Montevideo el 20 de septiembre. La reseña, ya citada, de la Real Academia de la Historia resume las primeras observaciones científicas que se llevaron a cabo durante el periodo en que estuvieron fondeados, comenzando con la determinación de la longitud, la cual serviría de referencia para las cartas náuticas del Atlántico: « Allí levantaron un plano geométrico del Río de la Plata y poco después fijaron la posición de Buenos Aires. Malaspina y Bauzá, que emprendieron junto a los naturalistas Antonio Pineda y Luis Neé un reconocimiento de los alrededores de Montevideo, se ocuparon de dibujar los planos de Maldonado y la costa hasta Montevideo; también situaron astronómicamente el río Negro, la península de San José y la costa hasta Puerto Deseado». Fruto de sus trabajos fue la *Carta esférica del Río de la Plata, desde su desembocadura hasta Buenos Aires, levantada por orden del Rey en 1789 y rectificada en 1794* (se publicó en 1798). En su lámina se abrieron dos ventanas para representar el *Plano del Puerto de Maldonado* y el *Plano del Puerto de Montevideo*. Son destacables los sondeos: «los números de la sonda son brazas de dos varas

CARTA ESFÉRICA DEL RÍO DE LA PLATA, desde su desembocadura hasta Buenos Aires, levantada por orden del Rey en 1789 y rectificada en 1794



Firma de Bauzá

castellanas cada una, sin arreglo a las mareas, por la variedad que tienen según los vientos». Asimismo, son destacables las escalas gráficas de una milla marítima en los planos de los dos puertos, y la doble orientación de los mismos, con el norte verdadero y magnético; presentando una declinación de 14º en el de Maldonado y otra de 13º 35 ´en el de Montevideo. La Carta esférica fue sustentada con observaciones astronómicas para calcular la latitud y longitud de puntos singulares, situándose en su esquina noroeste el cuadro aquí reproducido, con los signos convencionales asociados a los diferentes procedimientos empleados para calcularlas.


Signos.

✳ Indica longitud, determinada en tierra por observaciones astronomicas.

† Indica latitud, determinada en tierra por observaciones astronomicas.

⊙ Indica longitud, determinada por medio de Relexes marinos.

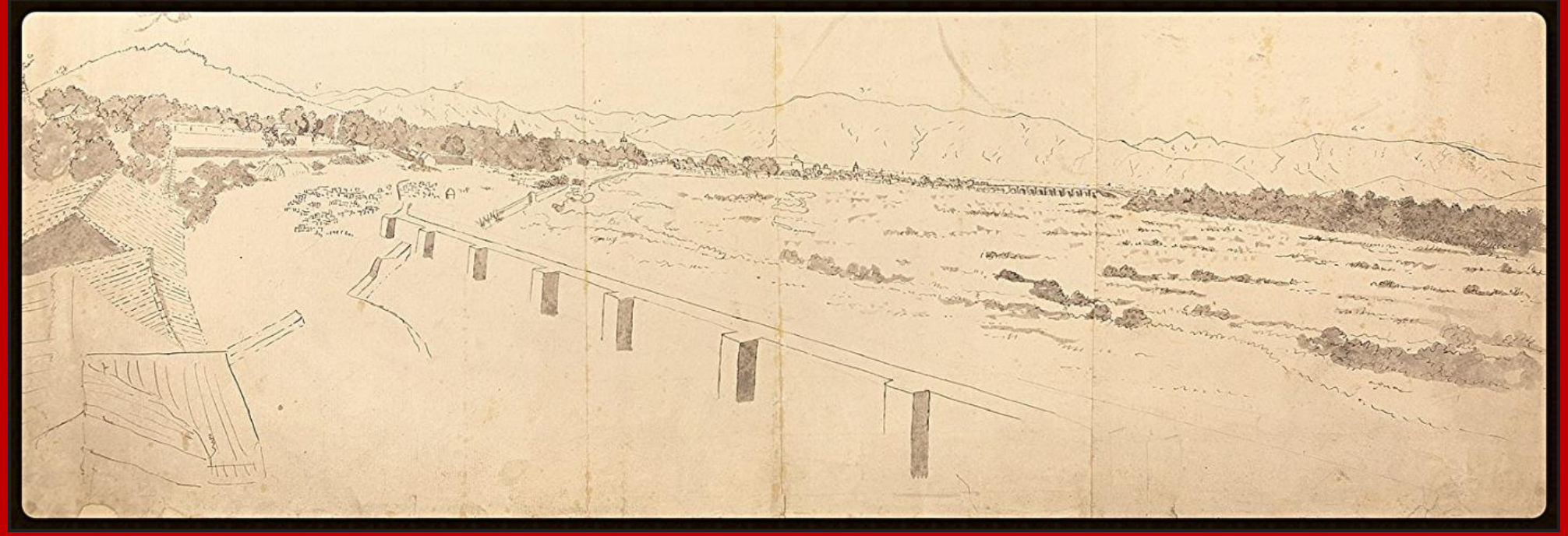
✝ Indica latitud deducida de la observ.ª en el mar.

△ Indica una posicion que resulta de operaciones trigonometricas ó bien latitud ó longitud solam.te quando acompaña otro de los signos anteriores.

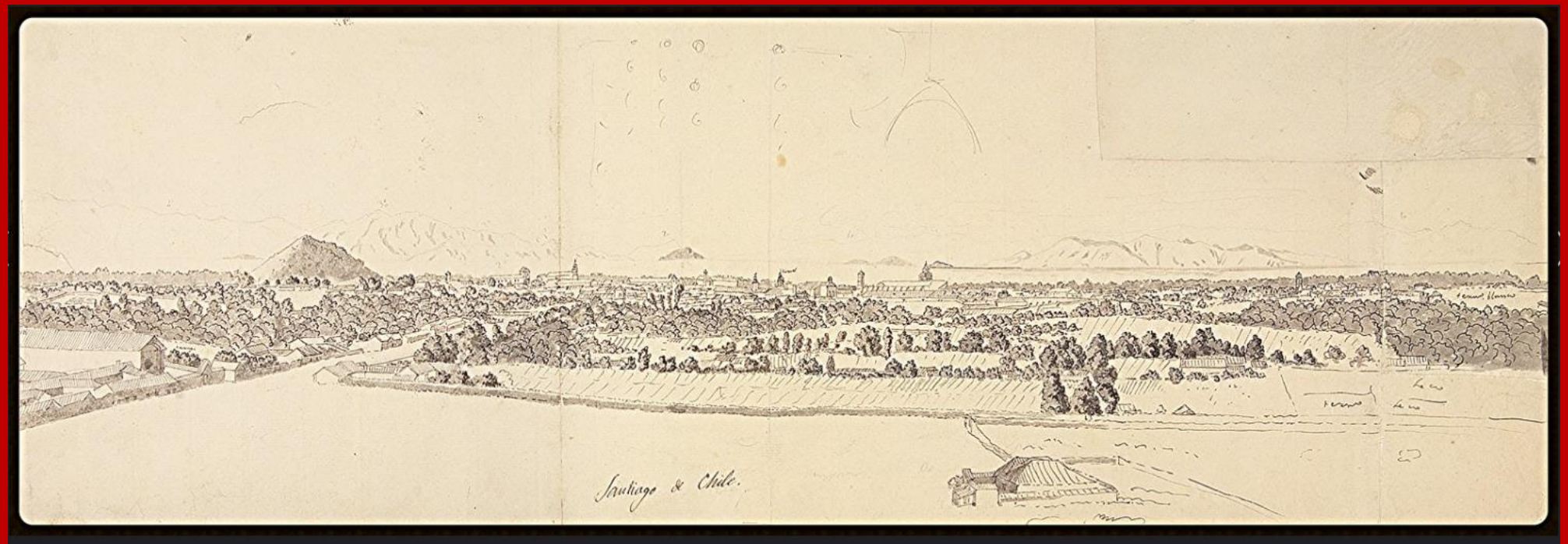
CARTA ESFÉRICA DEL RÍO DE LA PLATA

Concluidas sus observaciones, zarparon con rumbo Sur, reconociendo de paso varios enclaves del Estrecho de Magallanes. Alcanzado el archipiélago de Chiloé, el 5 de febrero de 1790, recalaron en el Puerto de San Carlos de Chiloé (el actual Ancud), habiendo fijado antes la posición de las Islas Diego Ramírez e isla de la Madre de Dios. Los levantamientos hidrográficos efectuados por aquellas latitudes de la Gobernación de Chile fueron múltiples, llegando a establecer observatorios portátiles en lugares considerados como principales, tales como el ya citado San Carlos de Chiloé, Talcahuano, Valparaíso, Santiago, Coquimbo, La Serena y Arica; « Incluso los meridianos de San Carlos de Chiloé y Coquimbo fueron considerados por los encargados de las observaciones de la expedición, como meridianos de referencia para la costa occidental de América del Sur, situación equivalente a la que se le otorgó al de Montevideo, en la costa oriental»*. Mientras permanecieron en Chile, Bauzá hizo planos de distintas localidades, como Colimbo y Talcahuano, además de triangular el litoral hasta alcanzar la ciudad de Santiago; en donde levantó

*José Ignacio González Leiva. *La Expedición Malaspina y la cartografía sobre Chile*. Revista de Geografía Norte Grande. 31, pp. 7-29. 2004.



RÍO MAPOCHO visto aguas abajo y SANTIAGO DE CHILE, vista al oriente. Dibujos panorámicos de Felipe Bauzá, el cual volvió a Chile, con Darwin, entre 1831 y 1834

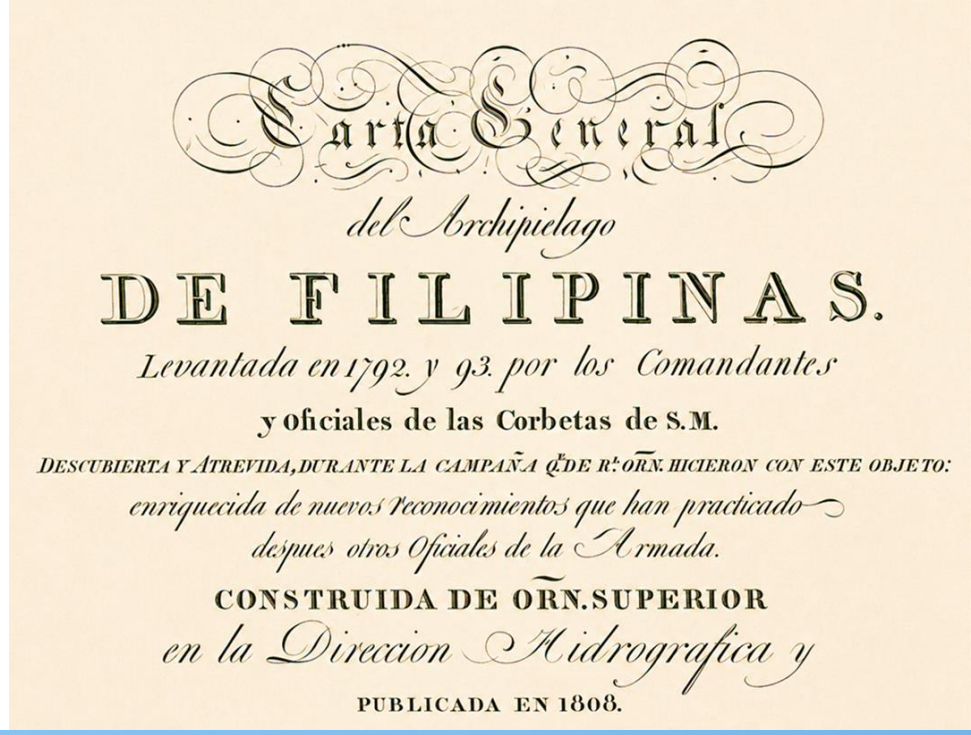


el plano del río Mapocho. Junto a Malaspina formó también los planos de las islas de San Félix, el Callao y Guayaquil. El resultado de todos esos trabajos fue plasmado en la Carta Esférica de las Costas del reino de Chile, en cuya cartela se dice que los operadores responsables fueron varios oficiales de la Real Armada. Al continuar navegando hacia el hemisferio septentrional, arribaron a panamá el 16 de noviembre de 1790, para proseguir luego por el litoral centroamericano hacia Acapulco. Allí enfermó Bauzá, aunque como contrapartida recibió la Real Orden del 21 de marzo de 1791, «por la que ascendía a Alférez de Navío y se le admitía por fin en el Cuerpo General de la Armada.

Su sueño estaba cumplido, ahora había que trabajar duro para no desmerecer de la confianza depositada en él»*. La exploración de Norteamérica ordenada por el rey tuvo como uno de sus objetivos hallar el mítico paso que debía comunicar los dos grandes océanos: Atlántico y Pacífico. El mes de marzo de 1792 alcanzaron los expedicionarios el Estrecho de Nutca, a bordo de las goletas Sutil y Mejicana, comandadas por Dionisio Alcalá Galiano y Cayetano Valdés Flórez; reconociendo el territorio y fijando la posición geográfica del Estrecho de Fuca. Después de regresar a la ciudad de Acapulco, se emprendió la travesía rumbo al archipiélago filipino, fondeando en

*A. L. Martínez y Guanter. *Biografía de Don Felipe Bauzá y Cañas. Capitán de Navío de la Real Armada Española.* 2011.

Manila y Sorsogón. Bauzá comenzó enseguida el levantamiento de la Bahía de Manila*, junto al italiano Fabio Alí Ponzoni, para continuar luego con para continuar luego con otros del Estrecho de San Bernardino, el cual separa las islas de Luzón (al norte) y Samar (al Sur). Más adelante se hizo una representación global de todas las islas: *Carta General del Archipiélago de Filipinas* (1792-93). Finalizada su estancia en el archipiélago, al finalizar el mes de marzo de 1792, continuaron explorando el Pacífico; hasta alcanzar al sur de Nueva Zelanda el fiordo *Doubtful Sound* (también conocido como *Lugar del silencio*). Bauzá efectuó los levantamientos hidrográficos correspondientes, a la vez que se midió la intensidad de la gravedad con el péndulo. En recuerdo de su paso por aquellos parajes, se conservan varios topónimos, destacando el de *Bauza Island* (φ = 45º 17´28´´ S, λ = 166º 54´50´´ E.G.). Uno de los objetivos perseguidos por la expedición era el reconocimiento de la colonia británica de Nueva Gales del Sur, creyendo el gobierno español que el asentamiento de Port Jackson podría suponer un peligro potencial para Sudamérica e

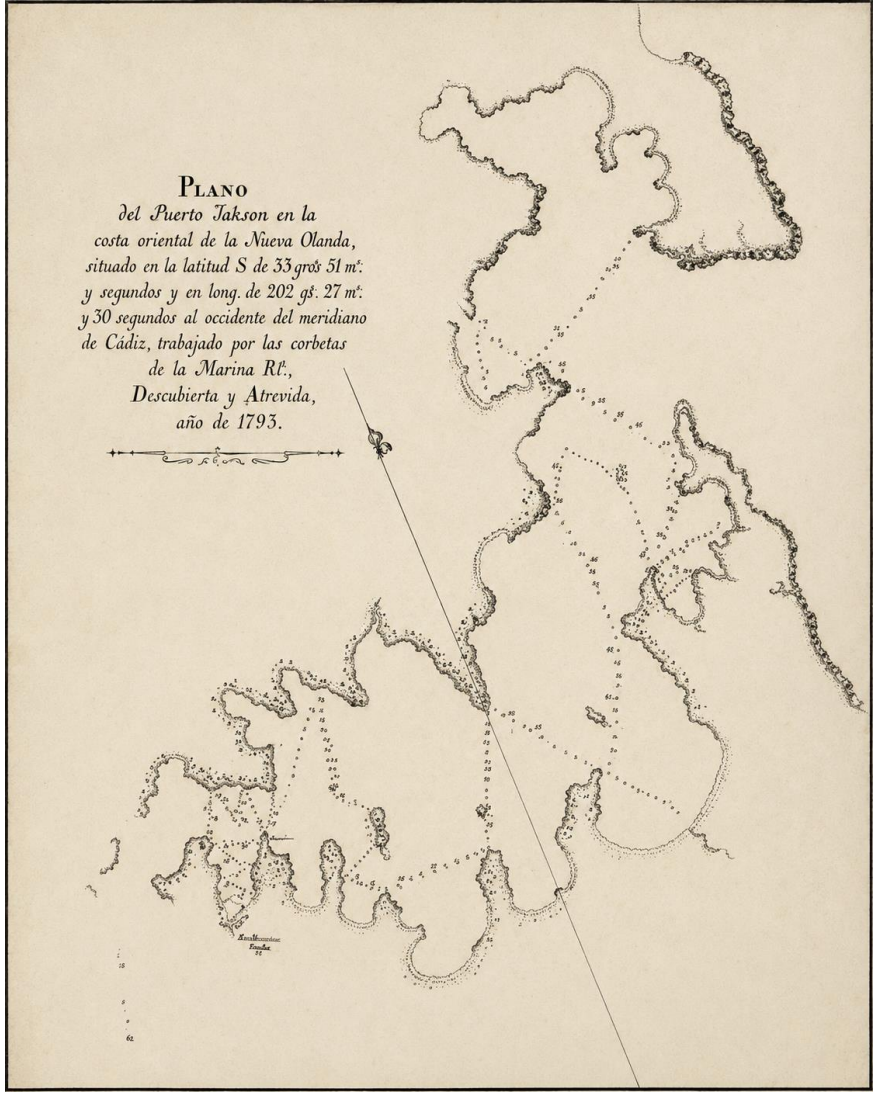

Carta General
del Archipielago
DE FILIPINAS.
Levantada en 1792. y 93. por los Comandantes
y Oficiales de las Corbetas de S.M.
DESCUBIERTA Y ATREVIDA, DURANTE LA CAMPAÑA QUE DE RL ORN. HICIERON CON ESTE OBJETO:
enriquecida de nuevos Reconocimientos que han practicado
despues otros Oficiales de la Armada.
CONSTRUIDA DE ORN. SUPERIOR
en la Direccion Hidrografica y
PUBLICADA EN 1808.

ISLA BAUZÁ

* Su versión inglesa (*Manila Bay, surveyed by Don Felipe B*auza) se conserva en *Royal Museums Greenwich* .

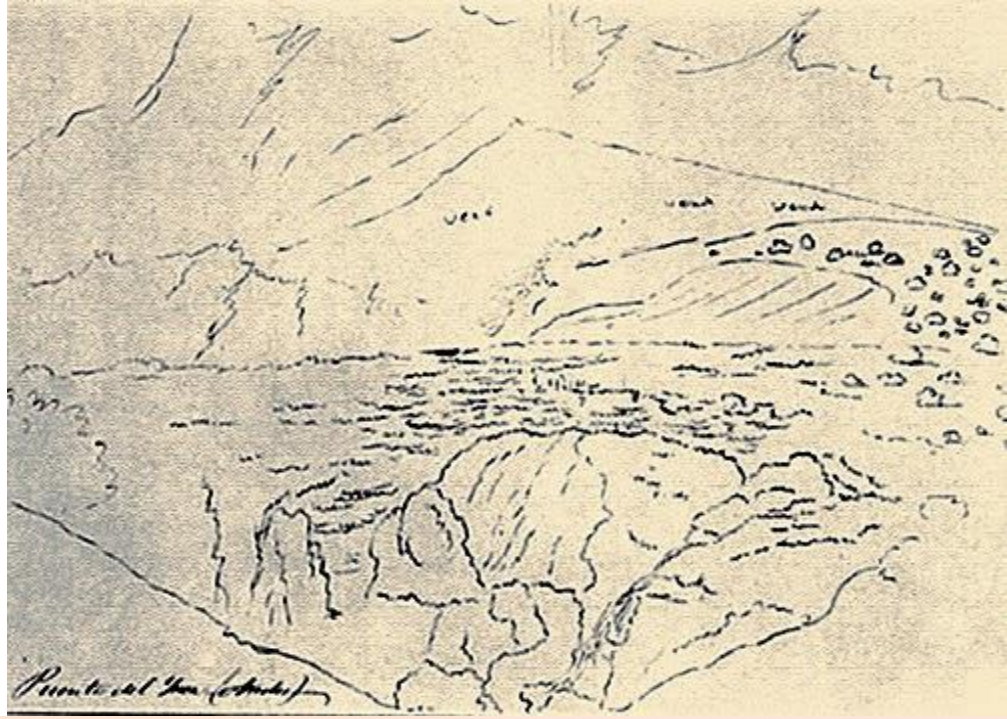
Vista de la Colonia Inglesa de Sydney en la Nueva Gales Meridional.

incluso para la costa californiana. El 12 de marzo de 1793 llegaron a la Bahía Botánica (*Botany Bay*), aunque el mal tiempo impidió su entrada en la misma; en ese lugar desembarcó por primera vez el Capitán Cook en 1770. Al día siguiente, navegaron hasta, en el cual estuvieron fondeados durante un mes; en lugar del campamento militar que esperaban, encontraron un penal. Bauzá continuó con su cometido cartográfico, levantando el plano del Puerto Jackson, y parte del río Parramatta; mientras que el resto de oficiales efectuaban otras tareas científicas. Malaspina agradeció la hospitalidad mostrada por los británicos, comunicándole al ministro de Marina, Antonio Valdés, que les habían permitido realizar las operaciones geodésicas que necesitaran. Concluidos sus trabajos, zarparon rumbo a la ciudad peruana de Callao el día 12 de abril. En el trayecto, pernoctaron diez días en la Isla Vava´u del archipiélago de Tonga; alcanzando su destino el día 23 de julio de 1793. Todos ellos llegaron en condiciones lamentables, concretamente Bauzá tuvo que desembarcar por un ataque de asma, separándose de la expedición; acompañándole José Espinosa Tello, ya que ambos prefirieron



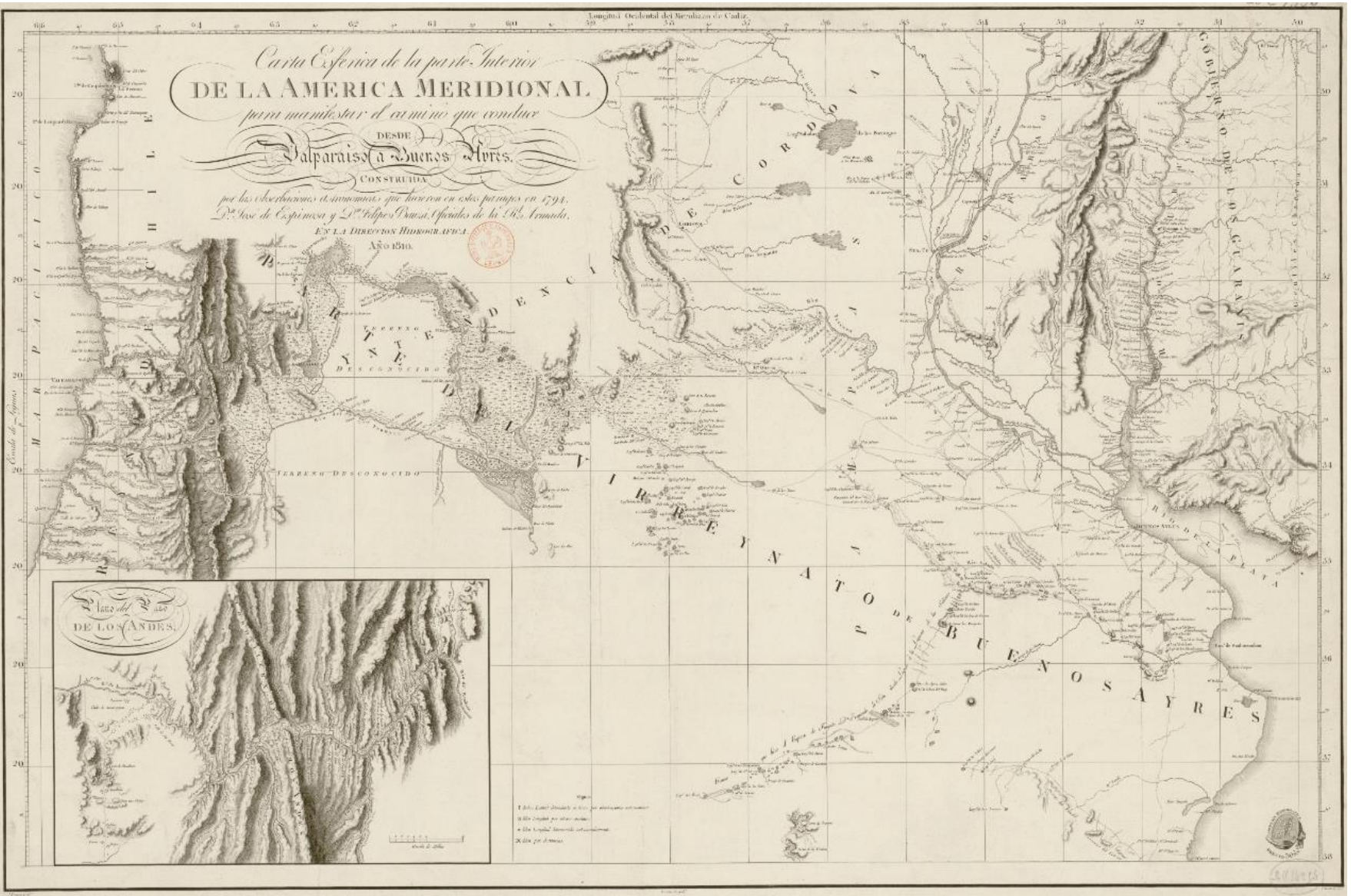
Vista panorámica del *Parramotta* desde cerca de la colina Rose (1793).

no doblar el Cabo de Hornos, y llegar a Montevideo, para emprender desde allí el regreso a España. La alternativa que eligieron fue trasladarse a Valparaíso, en la fragata mercante el Águila, y continuar por tierra hasta la capital uruguaya, atravesando la cordillera de los Andes. Los dos marinos serían los primeros en hacer una travesía plagada de dificultades, a tenor de sus propios comentarios: «ser sumamente larga, era tan fragosa, estrecha y arriesgada, que sólo la necesidad urgente puede obligar a emprenderla… cerros escabrosos y muy pendientes… mucha nieve…infinitos ramales…mal piso y pedregoso». No obstante, también hubo tramos en que fueron montados en mula, carreta y silla de postas. El trayecto lo realizaron entre noviembre de 1793 y marzo de 1794, realizando en su transcurso mediciones, croquis y descripciones, en las que se basó Fernando Brambila, pintor de la Expedición, para representar las cumbres andinas; mención aparte merecen las numerosas observaciones astronómicas, entre las que cabe destacar la comprobación de la posición geográfica de Santiago y Mendoza. Apoyándose en todas ellas, confeccionaron un mapa de la zona a una escala aproximada de 1: 1500000, según se desprende de otra gráfica con un pitipié graduado en millas; en el que dibujaron con una línea de puntos la trayectoria que habían seguido, sensiblemente



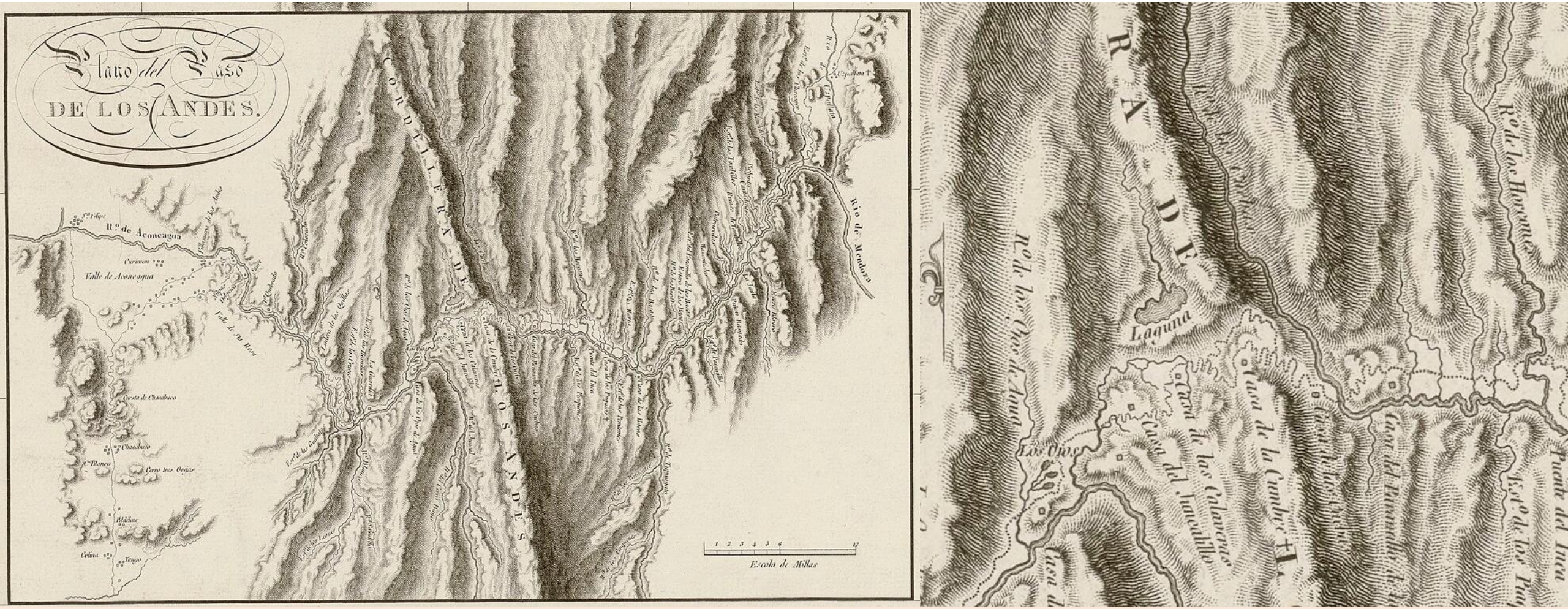
El Puente del Inca. Croquis efectuado por Bauzá y cuadro pintado por Fernando Brambila

paralela a los cursos de los ríos Mendoza y Aconcagua, y cruzando la cordillera andina desde su vertiente occidental a la oriental. El título elegido no pudo ser más elocuente: *Plano del Paso de los Andes,* el cual fue publicado por *La Dirección Hidrográfica* en el año 1810, formando parte de la *Carta Esférica de la Parte inferior de la América Meridional para manifestar el camino que conduce desde Valparaíso a Buenos Aires,* que preparó Bauzá junto a



a Espinosa; tal como figuraba en la cartela de la misma. La Carta es una muestra cartográfica de primer orden, encuadrada entre las latitudes meridionales de 29º 20´y 38º, y las longitudes occidentales, con elación a Cádiz, de 49º15´y 66º 10´. Las imágenes de los paralelos y del meridiano más oriental van graduadas a intervalos de 5, mientras la del meridiano más occidental lleva incorporada una escala de leguas, con intervalos de 20. La carta fue esencialmente altimétrica, usando el sistema de normales para para representar el relieve, aunque haya de subrayarse el exquisito cuidado con que se

dibujaron las aguas en las márgenes del Río de la Plata.

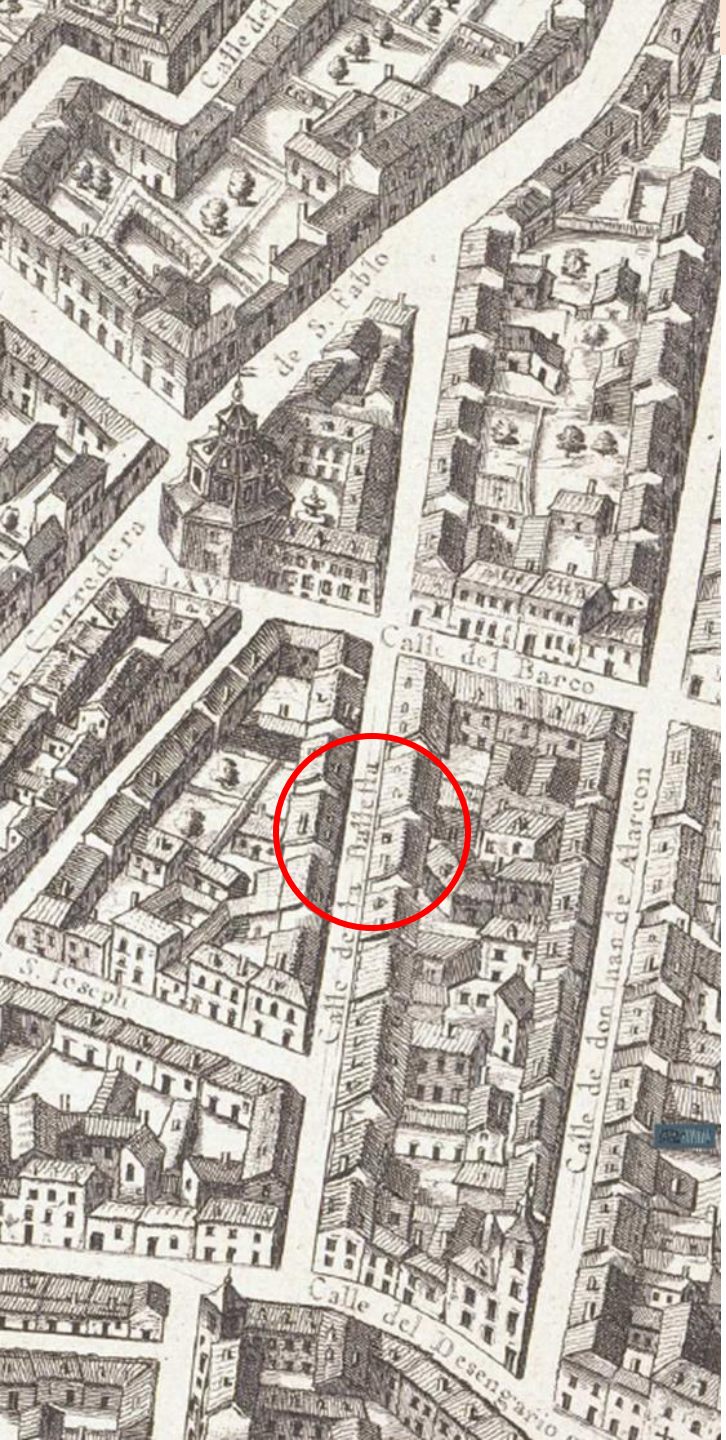


Este plano formó parte de la *Carta Esférica de la Parte inferior de la América Meridional para manifestar el camino que conduce desde Valparaíso a Buenos Aires,* formada por Espinosa y Bauzá*;* el cual se expuso en la ventana abierta del extremo suroeste. Se presenta también un detalle con la cuerda central de la cordillera, junto a las casas más conocidas de su cumbre; obsérvese como zigzaguea el camino antes y después de haberla alcanzado.

El regreso a España lo hicieron desde Montevideo, donde embarcaron a bordo de la corbeta gertrudis, retornando al puerto de Cádiz en septiembre del año 1794. Al mes siguiente, Bauzá fue ascendido a Teniente de Fragata, siendo destinado en diciembre de ese mismo año al Depósito Hidrográfico, con la orden de trasladarse a Madrid. La tarea

que le esperaba en la corte, no era otra que la de dirigir la clasificación, ordenación y revisión de la ingente*información geográfica recopilada durante la expedición. Cuando aún no la había finalizado, encarcelaron a Malaspina, con la consiguiente suspensión de los trabajos y la orden de que regresara a Cádiz, aunque luego fuese destinado a Cartagena. La adicción al trabajo de Bauzá y su innegable espíritu de servicio, hizo que dibujara una carta náutica del golfo de Méjico, que fue del agrado del gobierno; a raíz de ello dispuso este que la sede del Depósito Hidrográfico fuese trasladada de San Fernando a Madrid, localizando su sede en el número 13 de la Calle de la Ballesta. La trayectoria profesional de Bauzá, a partir de entonces, no fue nada monótona, tras haberle concedido una licencia por enfermedad, y una vez recuperado, fue destinado en 1796 a la fragata Mahonesa, la cual fue derrotada por su homóloga inglesa Terpsichore; a resultas de ello la tripulación permaneció detenida en Gibraltar durante ocho meses. Acto seguido fue destinado al arsenal de la carraca (San Fernando), permaneciendo en él hasta que en agosto de 1797 fue reclamado por su amigo Espinosa, a la sazón director del Depósito Hidrográfico. La labor de Bauzá, como segundo director fue encomiable, logrando situar al servicio de publicaciones al mismo nivel que el de otros países europeos. El propio Espinosa daba fe de ello, cuando afirmaba :« Bauzá es el

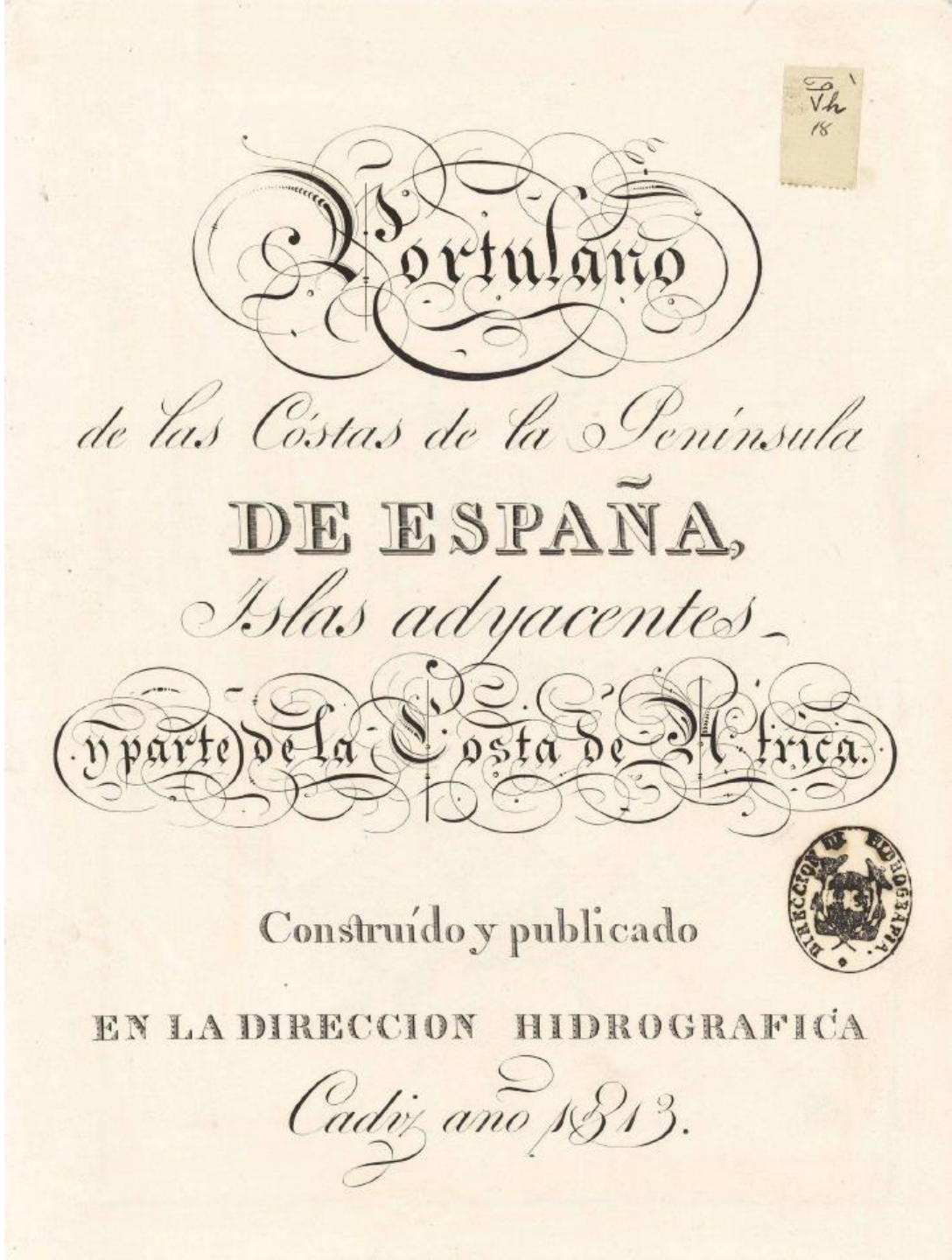
*En la reseña de la Real Academia de la Historia, ya referida, se detalla su contenido: « Bauzá, que acababa de ascender a teniente de fragata, recibió el encargo de Malaspina de ocuparse del grabado de cartas y su exactitud astronómica; según anotó posteriormente, la obra debía tener 70 cartas y 70 láminas y figuras, con siete tomos en total. Según indica L. Martín-Merás, de las 185 cartas manuscritas conservadas de la expedición, Bauzá hizo 19; de 200 borradores de cartas, 98 llevan su firma. Además, realizó ocho cálculos astronómicos, 307 perspectivas de costa y 333 dibujos de personas y lugares y colaboró en la preparación de la obra editorial derivada del viaje, la enciclopedia de los dominios ultramarinos cuya redacción pretendió Malaspina».

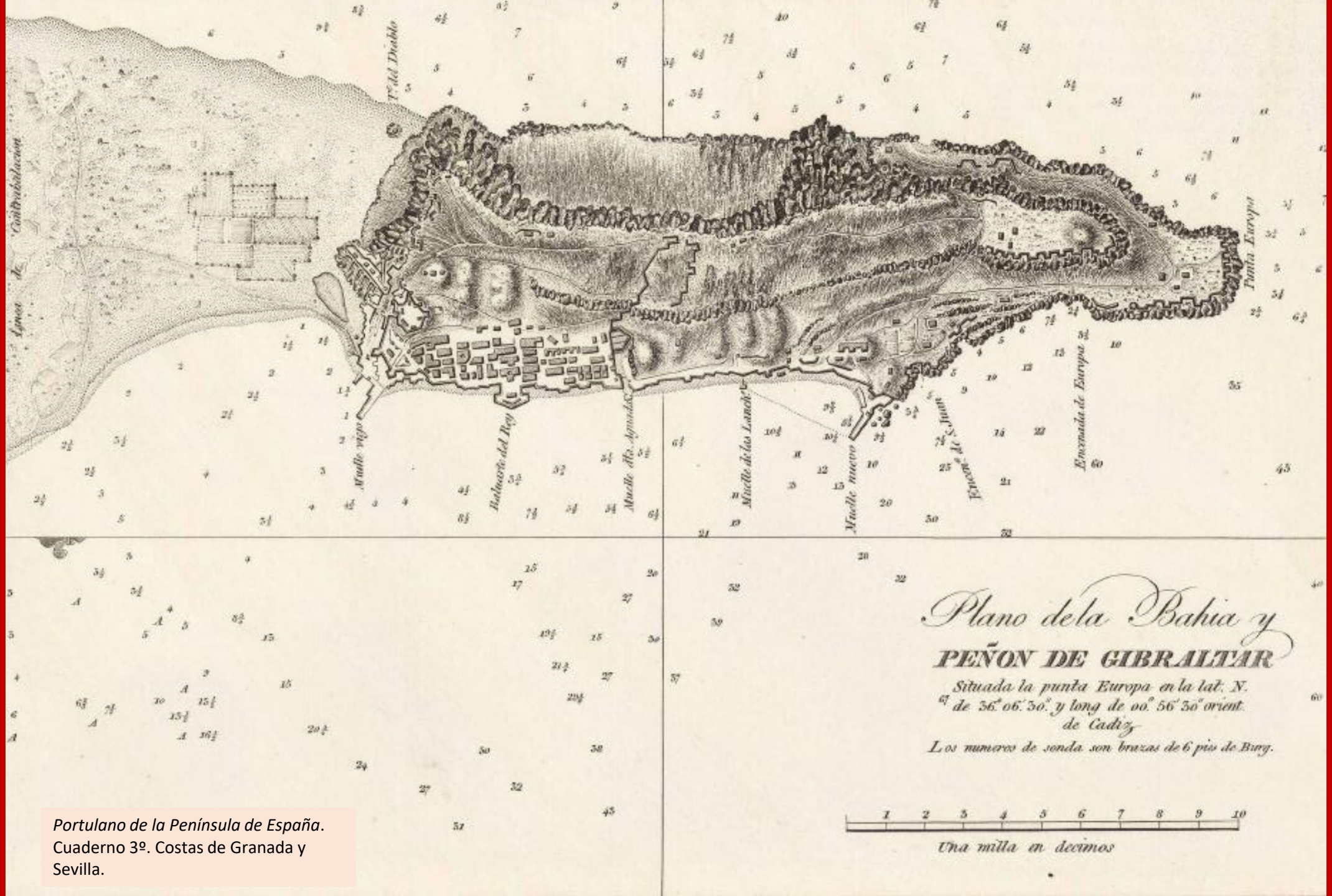


alma del Depósito, porque hace el trabajo de tres con sumo interés y empeño, ya construyendo y dibujando las cartas, ya trasladándolas sobre el cobre y guiando a los profesores para grabarlas, ya llevando al mismo tiempo cuenta y razón de lo que hay, de lo que sale, de lo que se recibe». En su nuevo puesto, Bauzá vio reconocida su labor, de hecho, en 1802 ascendió a Teniente de Navío y en 1806 a Capitán de Fragata; siendo nombrado miembro supernumerario de la Real Academia de la Historia en 1807. Cuando tomó posesión el 24 de julio pronunció un discurso sobre el estado de la Geografía en la América meridional y presentó una *Memoria para el Mapa de España*, a la que nos referiremos más adelante.

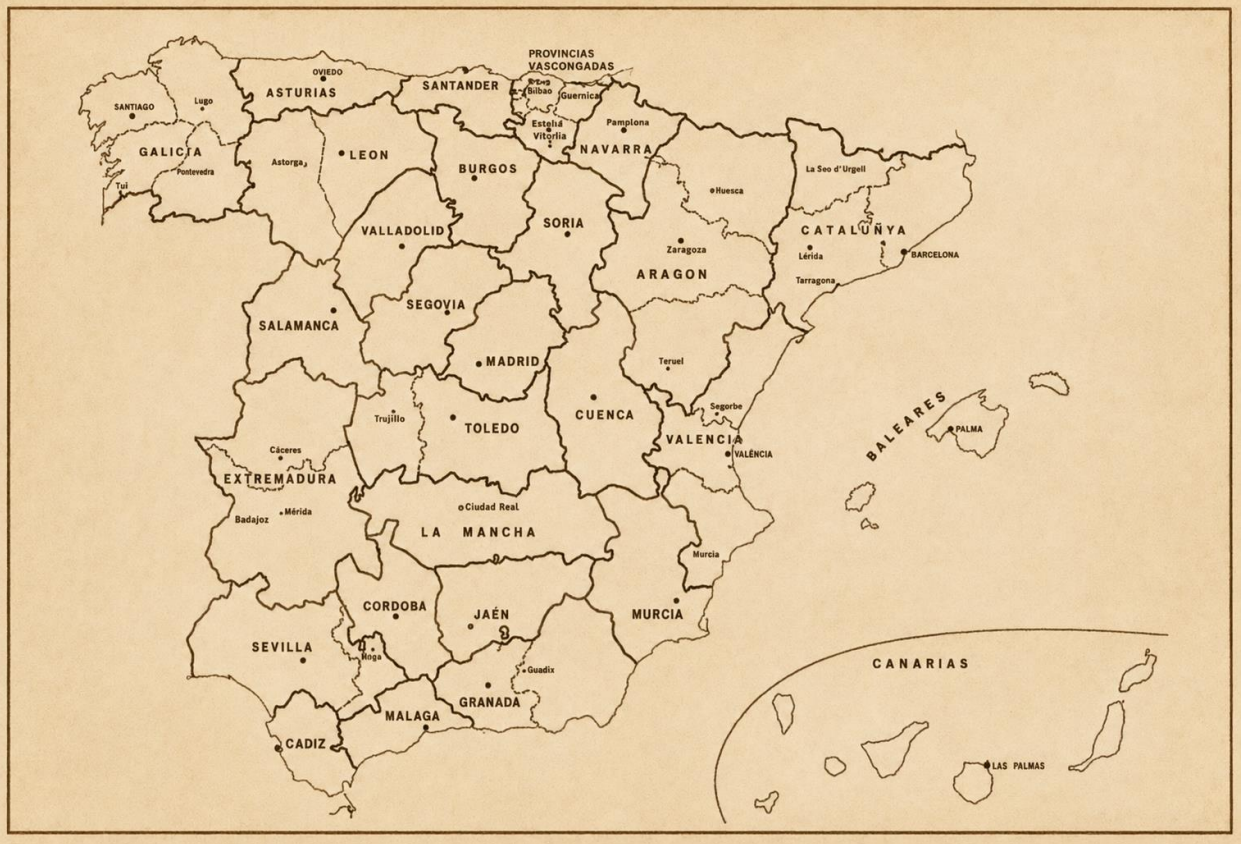
La invasión del ejército francés supuso un cambió radical en el quehacer cartográfico de Bauzá, encargándole la Junta Central Suprema un Mapa de los Pirineos, aunque al parecer hizo caso omiso y continuó trabajando en el Depósito Hidrográfico, cuya dirección abandonó Espinosa a mediados de 1809, el cual terminó exiliado en Londres. Transcurrido un año, Bauzá siguió sus pasos y abandonó el Depósito, organizando en Cádiz otro paralelo, integrado en la llamada *Casa de la Camorra*); no obstante, tras la oportuna reclamación, fue nombrado director del Depósito en febrero de 1811. En la reseña de la Academia de la Historia, varias veces referida, se continua el relato, del modo siguiente: « En la capital gaditana, no sólo asumió los principios liberales …, sino que formó parte de la Junta de censura por orden de la Regencia y asistió a los oficiales británicos

radicados en la isla de León para la fortificación de la ciudad. En septiembre de 1812,…, se trasladó a Madrid para recoger materiales cartográficos que luego llevó a Cádiz, un total de doce carros de buena carga. En la capital gaditana residió hasta abril de 1814, dedicado al levantamiento de un plano de Sancti Petri, …, El Portulano de las costas de España, el plano de las fronteras con Francia en el que trabajaba hacía tiempo y un mapa de la provincia de Cádiz». Es sabido que esa época se aprobó la Constitución de 1812, en cuyo artículo 11 se aconsejaba una división territorial de España: «Se hará una división más conveniente del territorio español por una ley constitucional, luego que las circunstancias políticas de la nación lo permitan». Atendiendo a tal disposición, en junio de 1813, las Cortes encargaron a la Regencia el Plan de División del Territorio, el cual fue encomendado a Felipe Bauzá, atendiendo a su gran predicamento. El proyecto lo presentó el marino tres meses después (el 21 de septiembre), junto con la Memoria titulada *Descripción de una nueva División de España*, añadió el informe *Estudio geodésico político de las provincias actuales y su distribución ulterior.* Bauzá confesaba que siempre pretendió respetar la sensibilidad de la población y, en la medida de lo posible, los límites históricos de los territorios, aunque fuese en





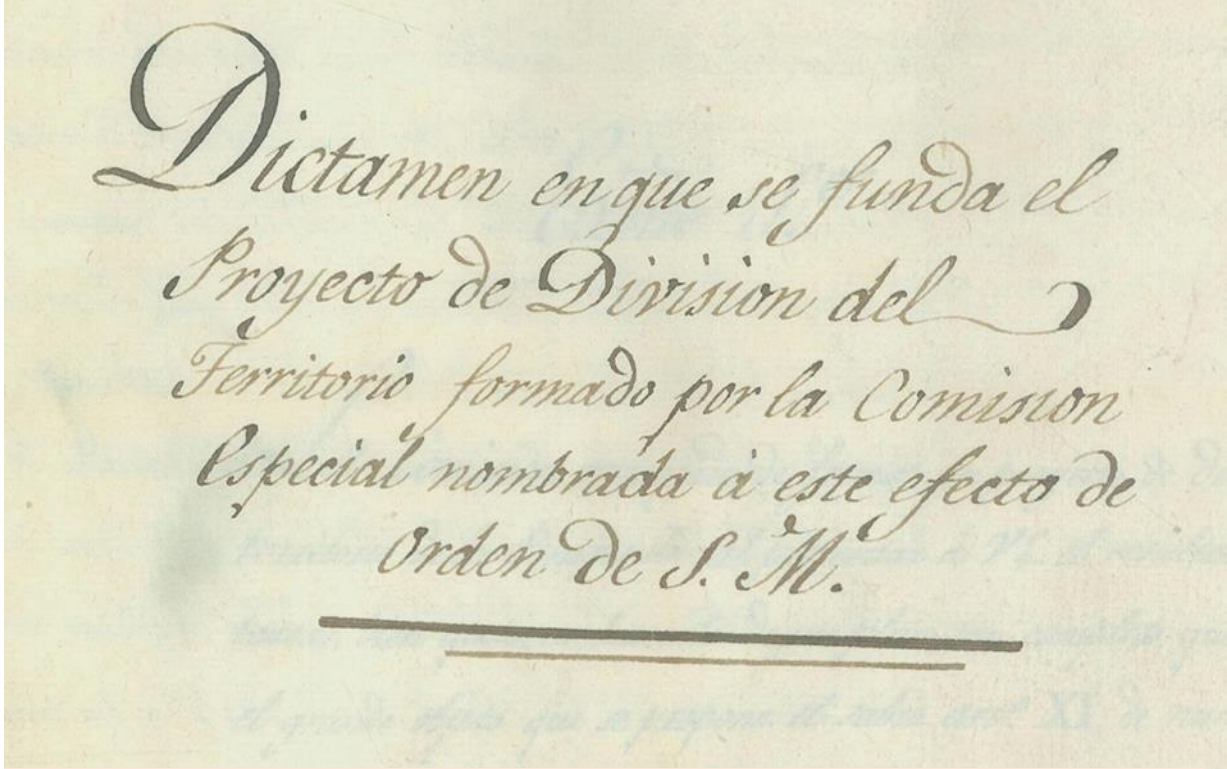
Portulano de la Península de España. Cuaderno 3º. Costas de Granada y Sevilla.



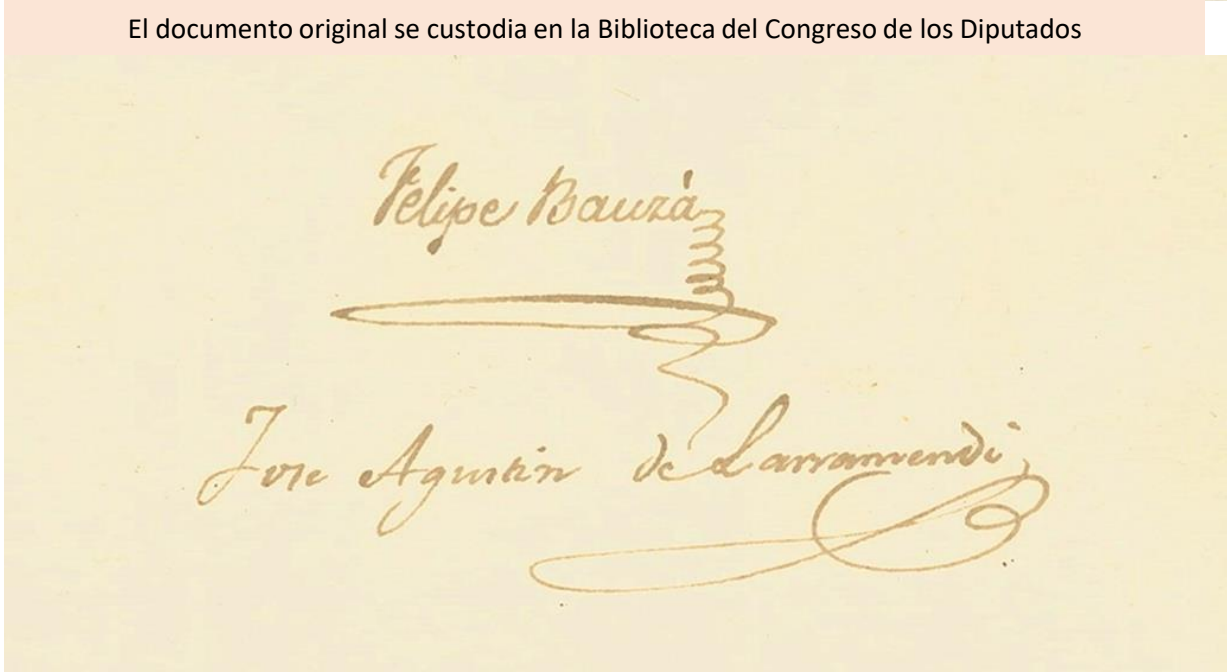
La división provincial de España propuesta por F. Bauzá 1813, en el año 1813.

detrimento del carácter natural de las regiones. Con tal criterio dividió el territorio patrio en 44 unidades administrativas, contempladas como provincias de 1ª (10), 2ª (15) y 3ª(19) clase; considerando a las del primer grupo como las más ricas y pobladas, La memoria fue acompañada de un mapa aclaratorio, lamentablemente desaparecido. Las diez provincias de primera clase fueron las siguientes: Aragón, Cataluña, Extremadura, Galicia, Granada, León, Madrid, Sevilla y Toledo. Pese a que el Consejo de Estado informó favorablemente el proyecto y el Ministerio de Gobernación lo tramitó a Cortes, el proceso de discusión ni siquiera comenzó, pues con la restauración de Fernando VII (1814), pronto se derogó la Constitución de 1812 y se disolvieron las Cortes. En el mes de octubre de 1814, Bauzá regresó a Madrid, prosiguiendo con sus trabajos en el Depósito Hidrográfico. Durante el trienio liberal (1820-1823) se abordó de nuevo el problema de la división provincial, cuando Agustín de Argüelles Álvarez (Secretario del Despacho de Gobernación, apodado el Divino por su oratoria) le encargó a Bauzá un nuevo proyecto. El marino aceptó de inmediato y decidió contar con la colaboración del ingeniero de caminos José Agustín de Larramendi Muguruza; presentando ambos el correspondiente dictamen el 17 de marzo de 1821. En él se mantuvieron las tres clases de provincias, añadiéndole a cada una el respectivo número de habitantes. He aquí la la relación de todas ellas: Coruña (3ª), Pontevedra (3ª), Orense (3ª), Lugo (3ª); Oviedo (3ª); León (2ª), Ponferrada (1ª); Zamora (1ª); Salamanca (2ª); Valladolid (2ª); Logroño (2ª), Burgos (2ª), Santander (2ª), Burgo de Osma (1ª); Segovia

(3ª); Ávila (3º) Provincia Vascongada (3ª); Pamplona (2ª); Toledo (3ª); Madrid (3ª); Brihuega (2ª); Cuenca (3ª); Ciudad Real (3ª); Cáceres (2ª, Mérida (3ª); Sevilla (3ª), Cádiz (3ª), Valverde (1ª); Córdoba (3ª); Jaén (3ª); Granada (3ª), Málaga (3ª), Baza (2ª); Murcia (3ª), Albacete (2ª); Castellón de la Plana (2ª), Valencia (3ª), Alicante (3ª); Barcelona (3ª), Tarragona (3ª), Gerona (2ª), Urgel (1ª); Zaragoza 3ª), Huesca (2ª), Calatayud (1ª); Mallorca (2ª), Menorca (subalterna), Ibiza (id). La suma de todos sus habitantes ascendió a 11474756 almas. Además de la división administrativa, se presentaron tres más: política, judicial y militar. No obstante, el mismo A. Argüelles acompañó el Dictamen con una exposición en la que señalaba la conveniencia de que una vez sentadas las bases de la división territorial por las Cortes, se dejara al Gobierno la facultad de hacer una demarcación más acorde con los intereses y diferencias entre los pueblos, todo ello tras atender los informes de las diputaciones provinciales y otros que estimasen conveniente, dando cuenta a las Cortes para su aprobación. El 27 de enero de 1822 se preparó la minuta del *Decreto sobre La División Territorial de España*. Fueron numerosas las solicitudes y reclamaciones formuladas por

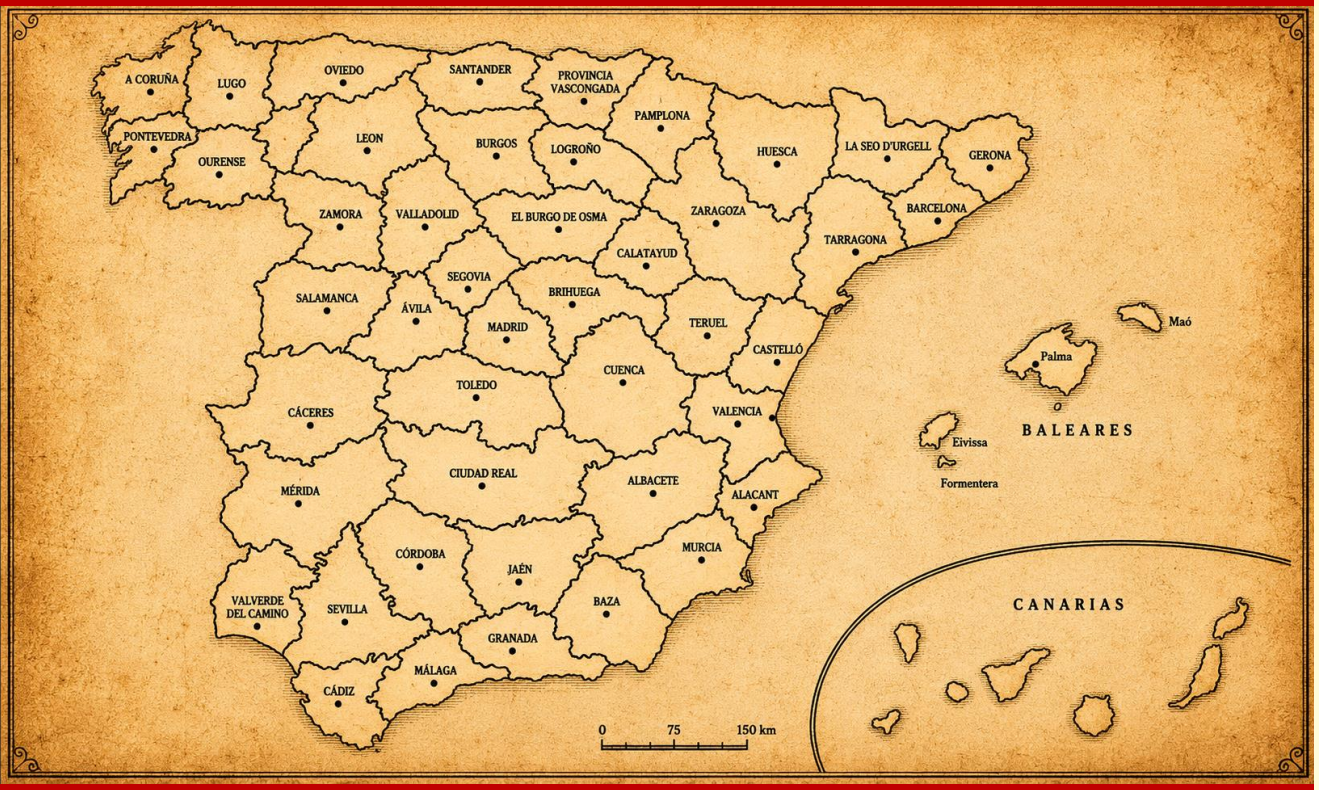

Dictamen en que se funda el Proyecto de División del Territorio formado por la Comision Especial nombrada á este efecto de Orden de S. M.

El documento original se custodia en la Biblioteca del Congreso de los Diputados


Felipe Bauzá

Jose Agustin de Larramendi

Delimitación entre la provincia de primer orden de Granada y la gobernación subalterna de Guadix en el proyecto Bauzá (1813).



La división provincial de España, propuesta por Bauzá y Larramendi

Delimitación de las provincias de Granada y Baza en el proyecto Bauzá-Larramendi (1821).

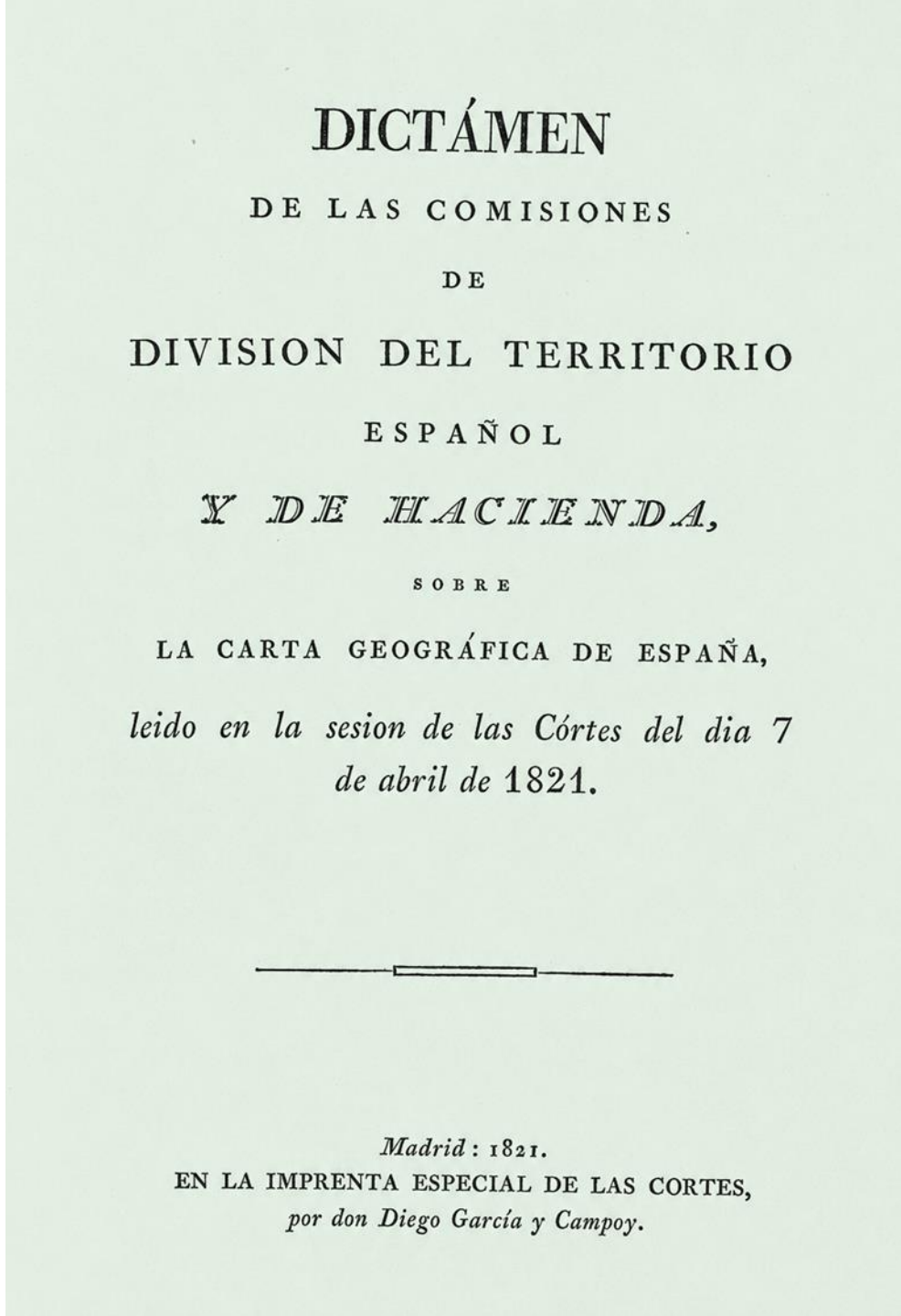
Ayuntamientos, Diputaciones y Sociedades, todas ellas acompañadas de múltiples discusiones en la Cortes acerca de los límites provinciales; hasta que el día 14 de enero de 1822 se aprobó la minuta de Decreto, siendo enviada para su tramitación al Secretario de Estado y Gobernación, trece días después. Al igual que sucedió en el año 1814, la vuelta del absolutismo (julio de 1822) y la invasión de los *Cien Mil Hijos de San Luis* (abril de 1823), impidieron el desarrollo de todas las medidas territoriales; por haber tratado de consolidar con ellas un modelo administrativo y político más moderno.

El Depósito Hidrográfico ocupó entre 1804 y 1932 el edificio del nº 36 de la calle de Alcalá de Madrid

Ineludiblemente unido a los trabajos relacionados con la división provincial de España, propuesta por Bauzá, está su deseo de completar un mapa fiable de todo el territorio; una tarea pendiente desde que fue consciente de su necesidad, a raíz de su participación en los trabajos de gabinete correspondientes al Atlas marítimo de España y que comenzó a ejecutarla cuando fue destinado al Depósito Hidrográfico. Así parece desprenderse de la *Memoria para el Mapa de España* que presentó en la Real Academia de la Historia, cuando fue elegido miembro de la misma (1807), como ya quedó dicho. El procedimiento que siguió fue heterodoxo, alejándose del

modelo francés convencional (sustentado por una red geodésica previa), ya que pretendió formarlo a partir de representaciones cartográficas anteriores*; aunque ocasionalmente dispusiera también de observaciones astronómicas y geodésicas aisladas. Sin embargo, no pudo completarlo por la invasión francesa que tuvo lugar en el año 1808. Sus trabajos en el mapa no fueron baldíos, puesto que fueron tenidos en cuenta por las Cortes cuando creyeron que Bauzá sería la persona a la que habría que responsabilizar de la nueva distribución territorial que se contemplaba en la Constitución de 1812. No es aventurado pensar que él mismo se lo hiciera saber a los diputados, en el año 1813, y años después al ministro Argüelles, cuando se reconsideró el proyecto de división provincial, a raíz del pronunciamiento del asturiano Rafael de Riego Flórez. Efectivamente, fue entonces cuando se evidenció con toda claridad la falta de un mapa fidedigno que ayudara a realizar tan perentoria tarea. La Comisión de Gobierno lo vino a certificar, cuando afirmó: «pues para obtener un mapa menos malo se ha tenido que recurrir a los extranjeros». Afortunadamente, se conservan en la Biblioteca del Congreso de los Diputados los documentos del expediente en cuestión, junto a una edición impresa del *Dictamen de las Comisiones de División del Territorio Español y de Hacienda*, leído en sesión pública el día 7 de

*Luisa Martin-Merás Verdejo, autoridad reconocida en la historia de la cartografía hispánica, detalló las más significativas en su artículo *Felipe Bauzá: Sus trabajos sobre el Mapa de España.* (Revista de historia naval, Año nº 7, Nº 27, 1989, págs. 33-48)



DICTÁMEN

DE LAS COMISIONES

DE

DIVISION DEL TERRITORIO

ESPAÑOL

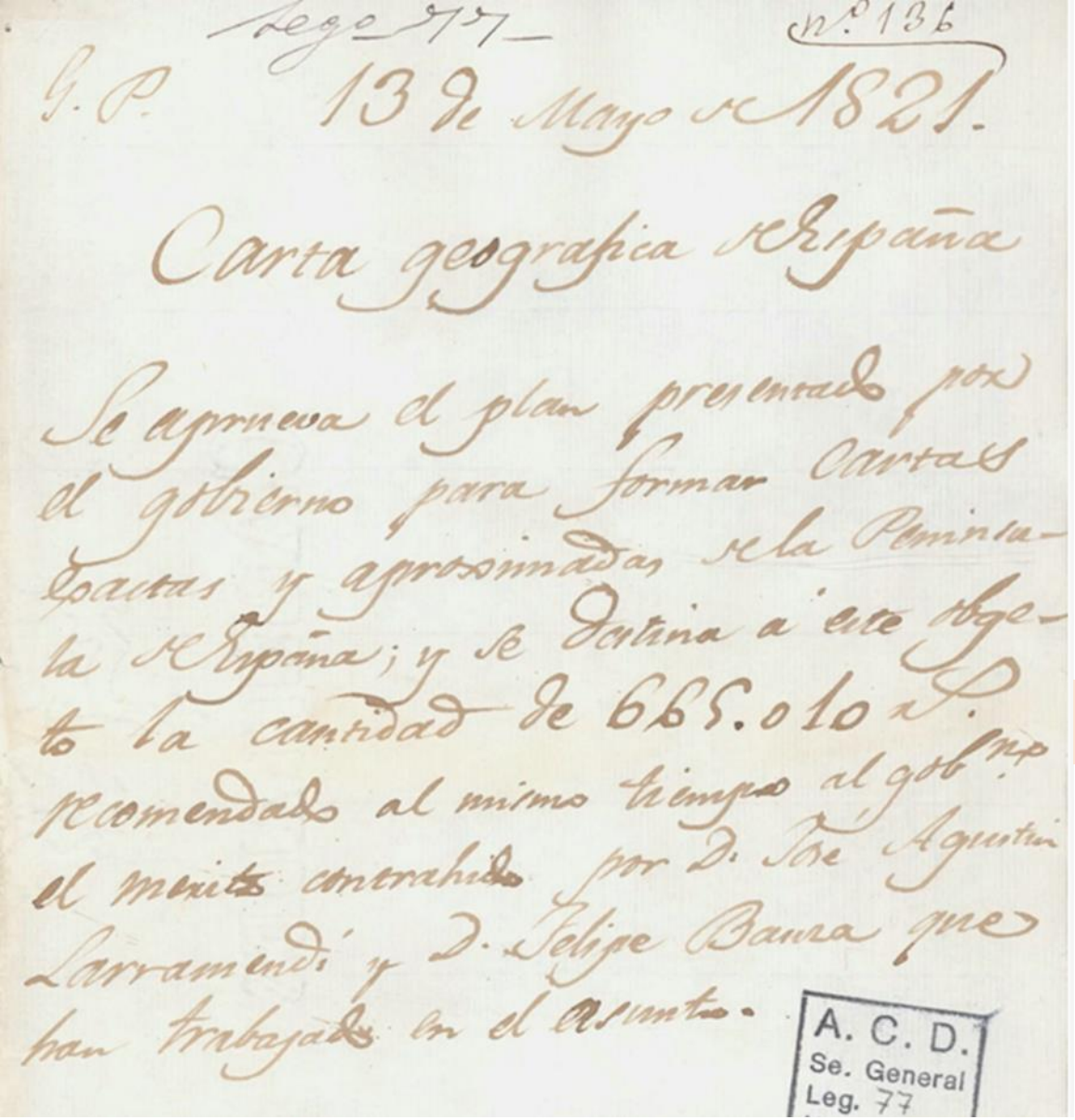
Y DE HACIENDA,

SOBRE

LA CARTA GEOGRÁFICA DE ESPAÑA,

leido en la sesion de las Córtes del dia 7 de abril de 1821.

Madrid: 1821.
EN LA IMPRENTA ESPECIAL DE LAS CORTES,
por don Diego García y Campoy.


Lego 77 — Nº 136
G. P. 13 de Mayo de 1821.
Carta geografica de España
Se aprueva el plan presentado por el gobierno para formar Cartas exactas y aproximadas de la Peninsula de España; y se destina a este objeto la cantidad de 665.010 r.
Recomendado al mismo tiempo el gob.no el merito contrahido por D. Jose Agustin Larramendi y D. Felipe Bauza que han trabajado en el asunto.
A. C. D. Se. General Leg. 77

abril de 1821: «No deja de subrayarse en este dictamen la utilidad y necesidad que hay en España de una carta geográfica exacta, *tanto para los usos civiles y gobernativos, como para no tener una tan vergonzosa inferioridad en este punto con las demás naciones*. Se proponen cinco comisiones para la elaboración de los trabajos y se calculan los sueldos de quienes participarán en las operaciones. Figura también una lista de instrumentos necesarios para conseguir una carta con la mayor exactitud posible: teodolitos, sextantes, cronómetros, barómetros, anteojos… y el importe aproximado de los mismos»*.

Aprobación del Plan sobre la Carta Geográfica de España, reconociendo el mérito contraído por Don José Agustín Larramendi y Don Felipe Bauzá, que han trabajado en el asunto. Congreso de los Diputados.

El Dictamen anterior es un documento de gran valor, aunque muy poco divulgado, ya que debe ser considerado como el primer intento formal de hacer un Mapa de España a cargo del Estado. En él se resume el modus operandi propuesto por Bauzá, cuya singularidad fue no contar con la triangulación geodésica previa, de hecho, el texto parece haber sido de su cosecha: «Penetrada la comisión del gobierno de que para la formación de la carta geográfica con la exactitud que se requiere, son necesarias exquisitas observaciones y cálculos astronómicos, y un sinnúmero de operaciones

*Reseña del Congreso de los Diputados. *La división territorial de 1822.* Información actualizada a 30 de marzo de 2022

geodésicas, en lo que debe por consecuencia emplearse mucho tiempo; y también de la necesidad que tiene el gobierno de una carta, que, aunque no enteramente exacta se aproxime lo necesario, para sus resoluciones, propone que sin perder de vista la primera idea, se trabaje en la segunda, con lo que también esta empresa desde luego puede muy bien ser productiva, e indemnizar parte de su costo». Para llevarlo a buen término, se propuso la creación de cinco Comisiones*, una central con sede en Madrid, «compuesta por tres sujetos inteligentes, y otros dos o lo más tres ayudantes para la dirección de otras comisiones». Su labor sería enlazar sus trabajos con la red triangular observada por Méchain, prolongándola hacia occidente y mediodía. Se constituirían además otras dos ambulantes, «para destinarlas a los parajes que convenga, rectificar puntos y operar en todo el camino que hagan para trasladar de unos a otros». Los comisionados pensaban qué de ese modo, con los fondos cartográficos ofrecidos por Felipe Bauzá, como director del Depósito Hidrográfico y el apoyo del Estado; así se pronunciaron: «…puede desde luego procederse a la publicación de la carta aproximada, la que cada vez adquirirá más perfección y exactitud con las correcciones que le hagan; como se practica con las cartas marítimas, y lo ejecutan también los angloamericanos con las geográficas de sus estados». En el apartado

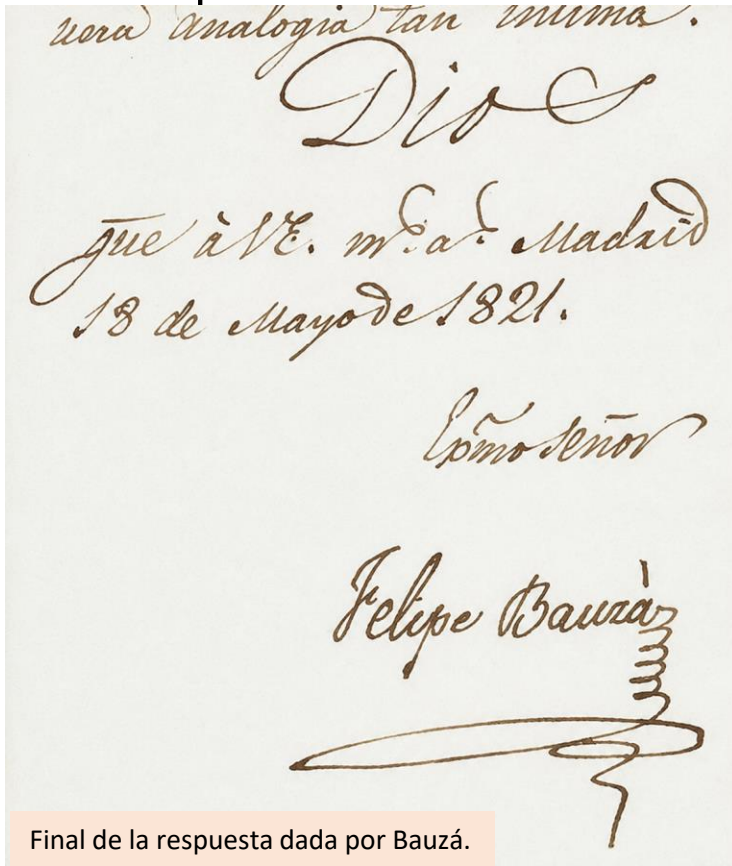
*Su plantilla estaba formada por dos jefes, dos Ayudantes, dos Delineantes y varios soldados.

Detalle del *Plano de la Ciudad, Puerto y Arsenal de Cartagena*. Portulano de la Península de España. Cuaderno 2º. Costas de Valencia y Murcia.

El real de vellón fue acuñado por José Bonaparte en el año 1812, cuyo valor equivalía a 2.5 reales tradicionales. En la imagen se presenta una moneda de 80 reales de oro, con la efigie de dicho rey. Posteriormente, desde la época de Isabel II, el valor un real de vellón coincidía con el de los 25 céntimos de peseta.

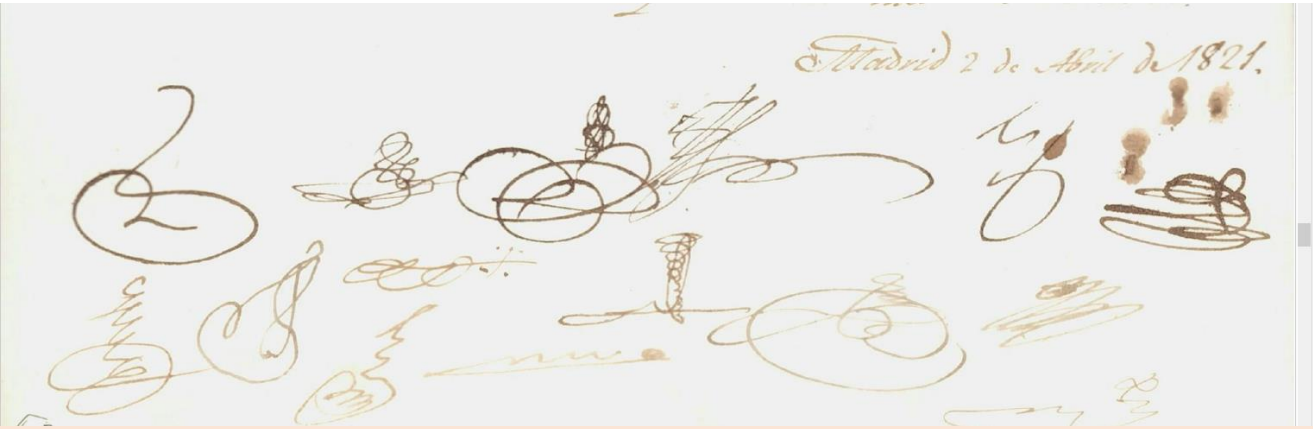
económico figuraron desglosadas las partidas presupuestarias siguientes: Sueldos anuales (292074 rs), Instrumentos (286936 rs), Complementaria* (50000 rs); con lo que el montante total ascendió a 629010 reales de vellón (rs. vn.). No obstante, se apuntó la posibilidad de incrementarlo si se decidiera asignar al director de la comisión central (el propio Bauzá) la cantidad de 60000 reales anuales. En este momento ha de hacerse un inciso para comentar que al enterarse Bauzá de que se le pretendía gratificar con 60000 reales anuales, comunicó al Gobierno su agradecimiento, así como la renuncia a dicha gratificación. Semejante respuesta merece ser reproducida, aunque sea parcialmente, por evidenciar la probidad moral del personaje y su proverbial espíritu de servicio: «…Por todo lo cual suplico a V.E. se sirva manifestar al Congreso mi eterno agradecimiento a su generosidad, manifestándole al mismo tiempo que por las razones dichas no puedo admitir la cantidad que se me asigna por la dirección puesta a mi cuidado, sin que esto obste para que desempeñe con los mejores deseos, y e cuanto mis fuerzas alcancen, no solo este importante encargo, sino también el que tengo en la Dirección de Hidrografía, mayormente cuando ambos trabajos tienen una analogía tan íntima». Al final del Dictamen se recomendaba a las Cortes que deliberasen sobre la conveniencia de recomendar «al Gobierno a don José

* Bauzá propuso al Gobierno la asignación de 50000 reales para sobresueldo de los ayudantes, delineantes de la comisión central y conservación de todos los instrumentos.



Final de la respuesta dada por Bauzá.

Agustín Larramendi, y don Felipe Bauzá, por el acierto y economía con que presentan su trabajo, particularmente a este último por su patriotismo y desinterés en los trabajos y noticias de su propiedad que facilita para proceder desde luego a la formación de la carta aproximada de España». El Dictamen incluyó un anexo en el que se detallaban los instrumentos que se deberían adquirir, junto al importe de cada uno de los lotes previstos. El documento, fechado el día 2 de abril de 1821, llevó incorporada la firma de todos los comisionados



= Caro. = Ochoa. = Corominas. = Cavalei. = Azaola. = Fraile. = Quio Tehuanhuey. = Toreño. = Banqueri. = Clemencin. = Alvarez Guerra. = Serrallach. = Torrens. = Navarro (don Felipe). = Villa. = Argaiz. = Zorraquin. = Rovira.

Como sucedió con sus proyectos de división provincial, Bauzá tampoco pudo ver concluida la formación del Mapa de España; en la repetida reseña de la Real Academia de la Historia se resumen perfectamente los motivos que le

Nota de los instrumentos necesarios para las cuatro comisiones que deben ocuparse en la formación de la carta de España.
2 círculos repetidores, con su pie, graduación de plata; precio medio de los que se construyen en Londres y París (20.000 rs); 4 teodolitos de Troughton de superior construcción (20.076 rs); 4 id. de inferior calidad (14.052); 2 círculos de reflexión, con pie y horizonte artificial de la mejor construcción (8.000 rs); 6 sextantes o quintantes, con pie y horizonte artificial (16.500 rs); 8 anteojos acromáticos para observaciones de 3½ pies de focus, con pie ecuatorial y de bronce (40.000 rs); 8 anteojos de mano á 500 rs (4.000 rs); 8 barómetros de nivel constante con tubos de respeto, pie, etc.(8.000 rs); 4 círculos trasportadores á 1.600 rs (6.400 rs); 8 cronómetros de primera y segunda suerte (72.000 rs); 4 planchetas con anteojo, pie, graduación de bronce de la mejor construcción (7.628 rs); 4 teodolitos chicos de 4 pulgadas para las direcciones de caminos, o agujas de faltriquera con pie (5.200 rs); Perchas para medir bases, con sus niveles y miras, soportes y demás necesario (8.000 rs); Tiendas que sirvan de observatorio, señales para las montañas, reverberos, etc. (40.000 rs); Papel, tinta, colores, estuches matemáticos, libros y demás necesario (15.000 rs). Total 286.936 rs.
Nota. *El valor de estos instrumentos es aproximado; será mas o menos según el país donde se construyan, cambios de la moneda, y según la opinión de los artistas.*

Fueron varias las ediciones del Mapa de la provincia de Madrid a escala 1/200000, realizado por Francisco Coello, la primera data de 1847 y la segunda de 1853. La que aquí se expone es esta última, llevando superpuestas redes triangulares de diferentes órdenes. En todas las ediciones se incluyó una Advertencia que probaba la actividad geodésica de Bauzá con relación a la formación del Mapa aproximado de España. Estos fueron sus primeros comentarios: «La situación de la mayor parte de los pueblos, caseríos, montañas & comprendidos en este mapa, está deducida de las operaciones geodésicas ejecutadas en el año de 1822, bajo la dirección de D. Felipe Bauzá, completadas mas tarde por otras operaciones trigonométricas, verificadas por los oficiales del Ejército auxiliar Francés, en las inmediaciones de Madrid y arregladas todas a la posición astronómica de esta Capital y a las de otros puntos que se expresan en el mismo mapa. En las posiciones geodésicas, por no confundir, nos hemos limitado a marcar con el signo correspondiente, los vértices de los triángulos fundamentales y aquellos que ha servido de puntos de estación. En cuanto a los detalles topográficos, hemos tomado casi todos los centrales, de los planos y reconocimientos formados, por los Oficiales Franceses ya citados, en los años de 1823 y 1824, la mayor parte en la escala de 1/20,000, añadiendo y corrigiendo no pocos pormenores, por todos los reconocimientos de caminos, ríos y canales, por varios

obligaron a exiliarse en Inglaterra: «Condenado a muerte, Bauzá tuvo que dirigirse de nuevo a Cádiz, *abandonando la patria seducida por los que se llaman ministros del altar y por la más negra perfidia de los potentados de Europa*. De Cádiz el buque inglés Falcon le llevó a Gibraltar, y tras recuperar sus diez baúles con libros y mapas…, en noviembre de 1823 se desplazó a Londres…en la capital británica se radicó en *Sommers Town*, un barrio de exiliados de pocos recursos. Mientras su sobrino Cardano le ayudaba en la confección de mapas y cartas que les facilitaran algún ingreso, Bauzá mantuvo fluida colaboración … Alexander von Humboldt…, Jacob Oltmanns y F. X. Von Zach, así como con sus colegas de la *Hydrographical Office*, a la que aportó valiosos datos que fueron incorporados a las cartas británicas con su nombre. Su condena a garrote vil el 28 de julio de 1828, con confiscación de bienes y pérdida del cargo de director de trabajos hidrográficos, no impidió que continuara trabajando en medio de la pobreza»*.

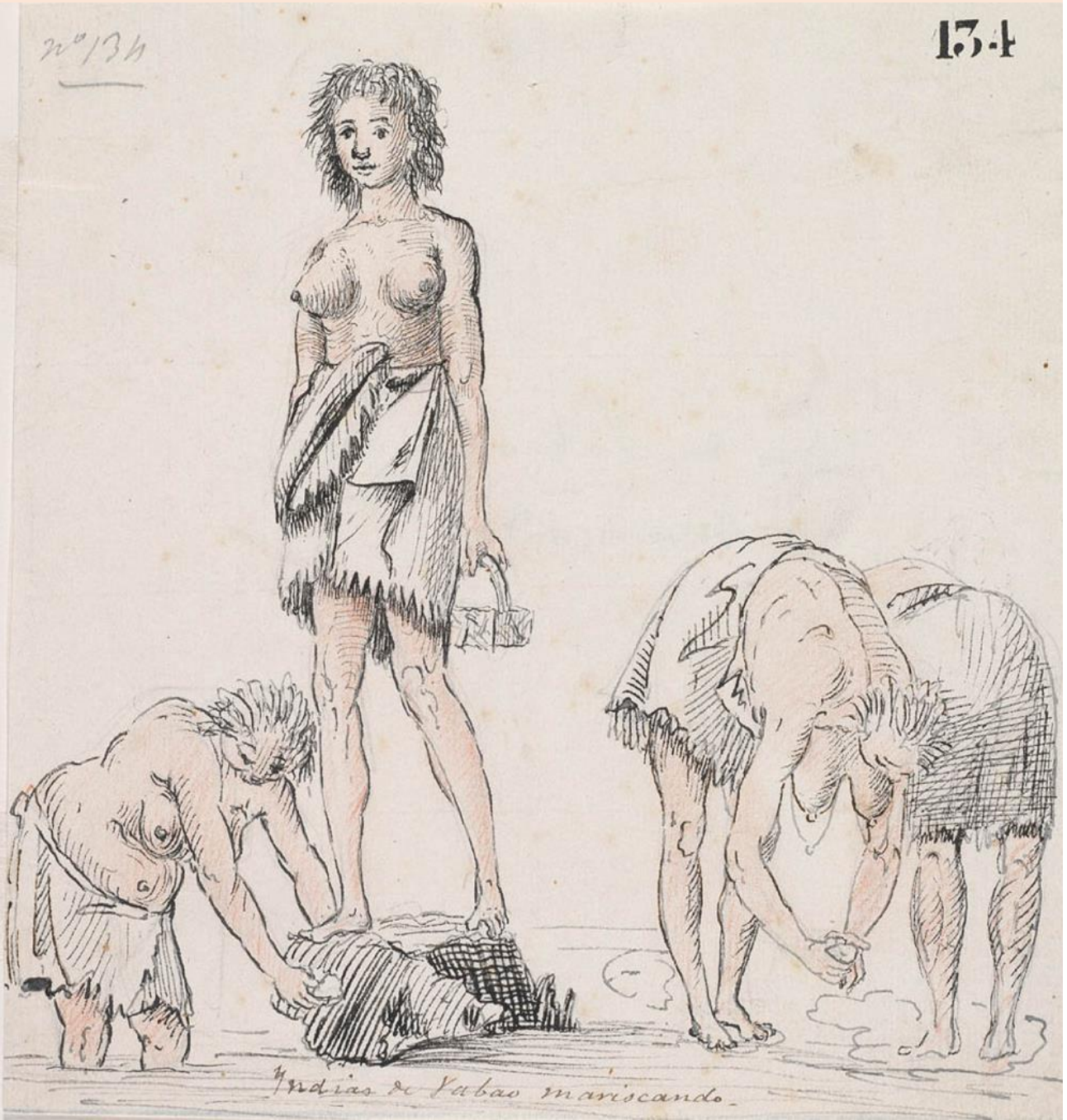
En el exilio continuó Bauzá con su incesante actividad cartográfica, sin perder de vista su intención de completar el Mapa aproximado de España; sobre todo a partir del año, 1826, en que formalmente dejó se ser el responsable del Depósito Hidrográfico. Pocos años después parece ser que se vio obligado a abandonar la idea, al haber tenido constancia de que iban a ser los franceses los encargados de hacerlo. Después de que falleciera, su viuda cumplió el deseo de Bauzá, enviando a España quince baúles con todos sus fondos documentales; seleccionando el Depósito

*En 22 de agosto de 1826 se publicó en Mallorca la sentencia de la Real sala del Crimen de Sevilla fecha 26 de julio anterior, condenando a Bauzá a muerte en garrote vil con confiscación de bienes aplicados al Real Erario por ser uno de los diputados que votaron en 11 de junio de 1823 el impedimento moral del Rey.

Hidrográfico la mayoría de las cartas de la expedición Malaspina (421 en total), permaneciendo el resto archivada en el ministerio de Estado. A partir de entonces el destino de la obra de Bauzá fue incierto, aunque .L. M. Merás (*Felipe Bauzá: Sus trabajos sobre el Mapa de España*) explique su recorrido local y Peter Barber (*Riches for the Geography of America and Spain: Felipe Bauzá and his topographical collections. 1789-1848*) el internacional, con su artículo publicado en el *British Library Journal* (*Volume 12, number 1, Spring 1986*). Barber, responsable de la cartoteca de la British Library comentaba que, en octubre de 1844, parte de la colección de Bauzá (referida principalmente a Sudamérica) fue vendida por su viuda al negociante venezolano Francisco Michelena y Rojas, por 1500 duros, y que al año siguiente pudo haber comprado 800 mapas más. Asimismo, reveló que dicho señor contactó el 24 de febrero de 1845 con el bibliotecario del British Museum, para mostrarle un catálogo en el que figuraban una serie de documentos cartográficos que estaban a la venta. Tras el informe pertinente, se concluyó que se trataba de una colección de considerable importancia, digna del museo; sin embargo, la negociación fue ardua, hasta que el vendedor aceptó finalmente la oferta de 350 libras esterlinas el 29 de enero de 1848. Posteriormente, tales fondos documentales se traspasaron al Departamento de Manuscritos de la *British Library* (Add. MSS 17556-676).

Los amigos ingleses de Bauzá en el Consejo del Ártico (1851): W.F. Perry(de pie, segundo desde la izquierda), Francis Beaufort y W. F. Beechey (sentado), mientras que John Barrow, desde su retrato (arriba a la derecha) lo mira con desprecio (Galería Nacional de Retratos)

Nativas mariscando en las islas de *Vava´u* al norte de Tonga. Acuarela de Felipe Bauzá, conservada en la *State Library of New South Wales.*



Posiblemente, parte de la documentación debió ser vendida por el propio Michelena o por los herederos de Bauzá a bibliotecas de Australia, Colombia, Estados Unidos y Venezuela. En el mismo artículo comentó P. Barber comentó que la parte española de los fondos de Bauzá fue vendida por su viuda a Francisco Coello y Pascual Madoz, recibiendo a cambio 50000 reales. Madoz valoró muy positivamente la adquisición, al indicar que contenía gran número de obras impresas y memorias inéditas, toda clase de cálculos, vértices de triangulación, observaciones astronómicas y barométricas, y más de 3000 planos, casi todos interesantes y que contenía detalles topográficos de aproximadamente la mitad de la Península Ibérica. P. Barber revelaba también que los mapas, dibujos y acuarelas restantes de la expedición Malaspina permanecieron en manos de los descendientes de Bauzá hasta 1953, año en que el marido de su nieta Guillermo Gallego y Amar de la Torre, vendió los relativos a Chile y Argentina a Bonifacio del Carril y el resto a Carlos Sanz López. En 1961, este último donó 172 mapas, dibujos y vistas al Museo de América (Madrid).

Indígena chango en canoa. Arica (Chile). Aguada atribuida a F. Bauzá. Museo de América (Madrid)

Indio huiliche. Auracania (Chile). Aguada atribuida a F. Bauzá. Museo de América (Madrid).

Felipe Bauzá gozó de mayor predicamento en el extranjero que en España, fue miembro de la Real Sociedad Económica Matritense (1805), la Real Academia de la Historia (1807), la *Royal Society* de Londres (1819), la Academia de Ciencias de Turín (1821), la Academia Nacional (1821), la *Royal Geographical Society* (1831), la Real Sociedad Marítima de Lisboa (1832), la Academia de Ciencias de Baviera, y fue condecorado por el zar de Rusia con la orden de San Vladimiro. Como buen librepensador escandalizaba a los mojigatos y suscitaba la admiración de los que no lo eran; El magnífico geógrafo Isidoro de Antillón no solo calificó a Bauzá como honor de los mallorquines sino como el hombre más grande de Europa.

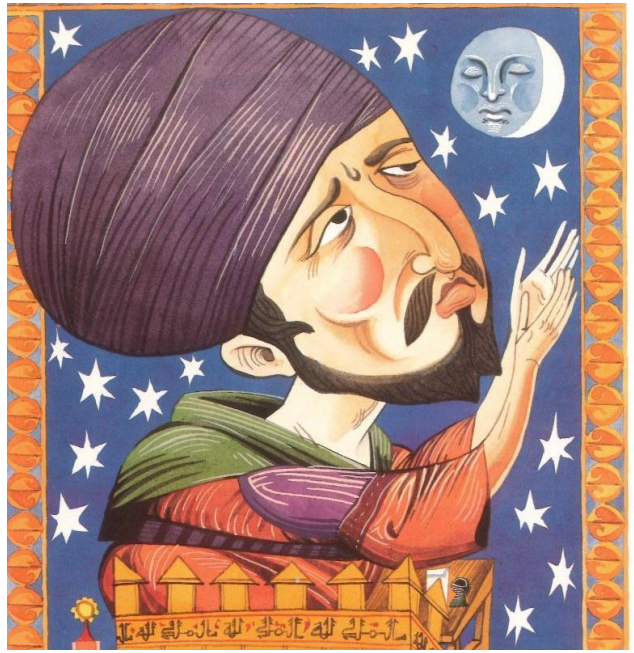
Ibn Bajjah (c.1080-1139)

El nombre de Avempace en el monumento a las tres culturas, levantado para conmemorar el décimo aniversario del Instituto Avempace de Zaragoza.

Avempace, su nombre latinizado, fue el filósofo por excelencia de al-Andalus y uno de los primeros en dar a conocer los trabajos de Aristóteles en occidente; no obstante, se trataba de un verdadero polímata que sobre cuestiones astronómicas, físicas, médicas,musicales y poéticas. Es muy reveladora una anécdota, que al parecer tuvo lugar durante una de sus visitas a Granada:

Entró cierto día en la aljama de Granada, en ocasión en que un maestro de gramática daba lección a varios muchachos. Los chicuelos comenzaron a mirarle, haciendo de él fisga y en tono de burla se pusieron a decir: «¿qué trae el faquí? ¿cuántas ciencias sabe? ¿qué dice, qué dice?». Sin inmutarse Avempace por tan inesperada acometida, se encaró con los muchachos y les respondió: «traigo 12000 dinares. Aquí los llevo en el bolsillo». Y sacó doce jacintos de ese valor. «En cuanto a lo que sé, continuó, tened presente que la gramática que vosotros estudiáis es la menos importante de las doce ciencias que poseo».(Miguel Asín Palacios. El filósofo zaragozano Avempace)

Oxford Bodleian, Pococke 206. Trata de la unión del alma con lo divino. Avempace (Ibn Bajjah)



Entre las investigaciones astronómicas de Avempace, figura un modelo celeste en el que no tenía en cuenta los epiciclos, pero sí las esferas excéntricas; según él el movimiento de las estrellas y los planetas era uniforme y circular, acorde con la observación. Otra de sus aportaciones fue, a propósito de la Vía Láctea. Defendía que se trataba de un fenómeno que también tenía lugar en la región sublunar: siendo debida a la luz de muchas estrellas que casi se tocan entre sí, formando una imagen continua que es el resultado de la refracción; opinión que basaba en la conjunción de Júpiter y Marte que tuvo lugar en torno a los años 1106/7, siendo vista por él como una figura alargada. También pareció observar el tránsito solar de algún planeta, pues comentó haber observado dos planetas como puntos negros en la cara del Sol.

La Aljafería, palacio de los reyes taifas y almorávides saraqustíes. Allí se reunían los sabios musulmanes, Avempace entre ellos.

Beato de Liébana (c. 730 - c. 798)

El Beato de Liébana, con su pluma y su mente. Bajorrelieve de Jesús Otero (1973). Monasterio de Santo Toribio de Liébana.

San Beato, como también ha sido referido, fue un monje benedictino que llegó a ser abad del Monasterio de san Martín de Turieno. Era un clérigo cultivado, muy versado en las sagradas escrituras, y celoso de la fe que profesaba, lo que le llevó a mantener un enfrentamiento con Elipando, arzobispo de Toledo y firme partidario de la doctrina adopcionista.

La controversia entre ambos alcanzó extremos insospechados: para Elizondo el Beato era un hereje, mientras que para este el arzobispo era la encarnación del anti Cristo, que anunciaba el fin del mundo para el año 800. Las dificultades impuestas por la difícil convivencia con los musulmanes, es posible que ejerciera sobre el Beato cierta influencia; manifestada con toda crudeza en los doce libros de sus célebres Comentarios al Apocalipsis de San Juan, escritos hacia el año 776.

Monasterio de Santo Toribio de Liébana (Cantabria).

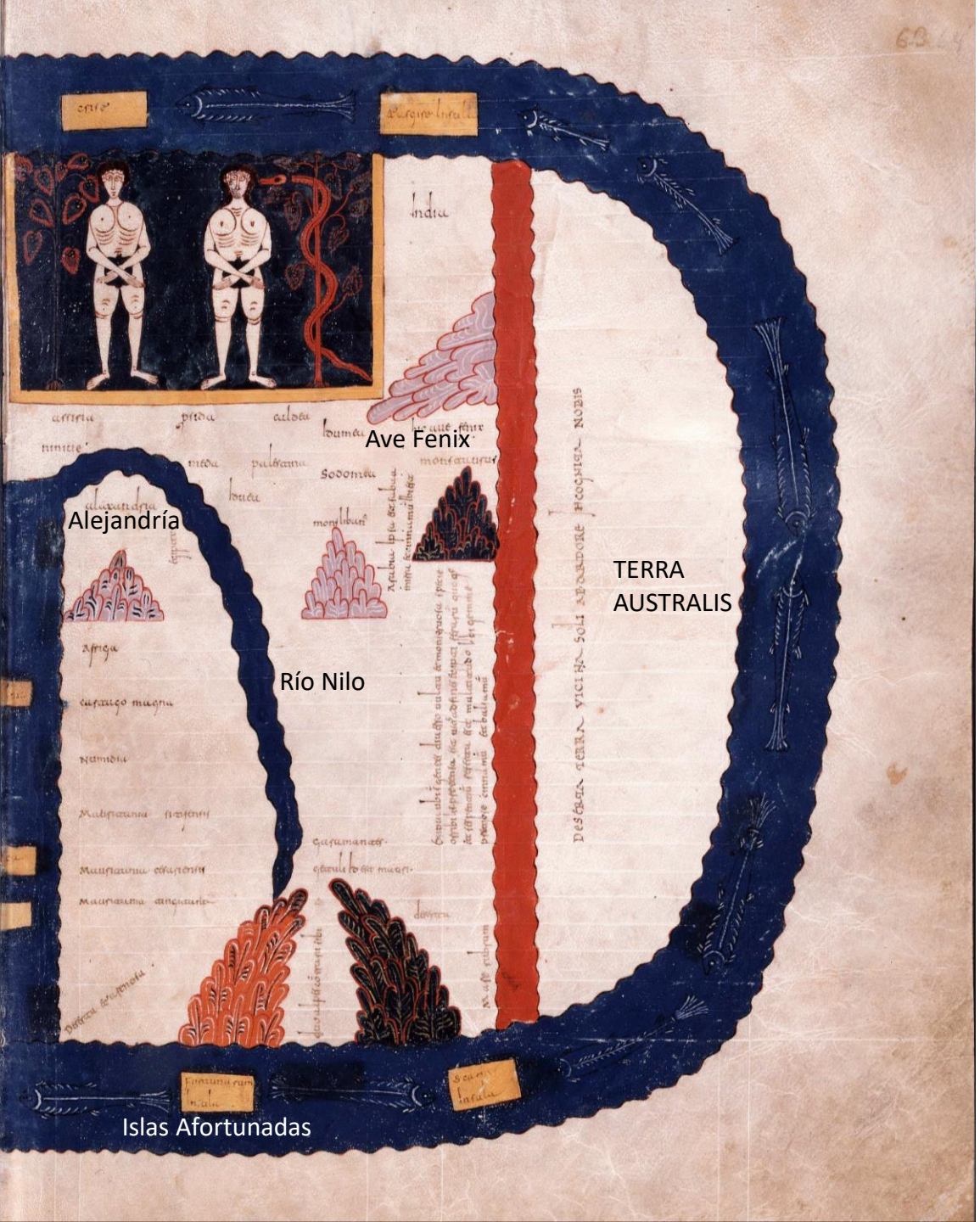
Al no disponer de ejemplares anteriores al siglo X, no hay constancia de las ilustraciones originales usadas por el Beato, aunque las versiones de ese siglo emplean un estilo dramático y colorido muy adecuado a las visiones que ofrece Juan en el Apocalipsis (todas ellas se identifican generalmente con el nombre de Beatos). El mundo caótico de la Alta Edad Media naturalmente estaba lleno de contradicciones e inestabilidad, creando un ambiente apocalíptico en el que los ciudadanos meditaban constantemente sobre el fin del mundo y la venida de Cristo.

De las copias que conservan la versión del texto más cercana al original, se infiere que el Beato colocó las figuras directamente sobre la vitela, dentro de una de las dos columnas del texto. Las iluminaciones de los manuscritos de Beato son unas de las imágenes más estudiadas de la época medieval. Aunque los colores de los objetos y figuras representados choquen con las ideas modernas del naturalismo, son, no obstante, naturales para el espectador medieval. El color también denotaba grados de bien y mal, a través de escalas de luz y oscuridad que respondían al propio contenido de la obra.

Beato de Fernando I y Doña Sancha. Biblioteca Nacional

Los Comentarios continuaron apareciendo hasta el siglo XVI, conservándose más de 30 ejemplares. Una de sus ilustraciones más valiosas, desde el punto de vista cartográfico, es un mapamundi, influenciado por las representaciones previas de Orosio y de San Isidoro; e incluso por otra mucho más pretérita, el río amargo que rodea el célebre mapa babilónico del siglo VI a.C. El principal objetivo del mapa del Beato fue esencialmente religioso: ilustrar la diáspora de los Apóstoles. Una buena muestra de esa influencia religiosa es la orientación del conjunto, colocando el paraíso terrenal en el borde superior y simbolizándolo con las figuras de Adán y Eva. El mundo se representa sensiblemente rectangular y con las esquinas redondeadas, en el interior el océano; en el que se aprecian los tres continentes, entonces conocidos: Asia, África, y Europa; asociados a los tres hijos de Noé: Sem, Cam y Jafet. Los tres estaban separados por ríos y mares interiores: el mar Mediterráneo (Europa-África), el río Nilo (África-Asia), el Bósforo y el mar Egeo (Europa-Asia). En el centro del mundo se encuentra Jerusalén, el *omblicum mundi* de la teología medieval.

Detalle del mapa del Beato del Rey Fernando I de León, manuscrito iluminado del siglo XI, el cual estuvo custodiado en la Basílica de San Isidoro de León, antes de ser trasladado a la Biblioteca Nacional de España. Salvo accidentes naturales, como montes o cordilleras, mares, ríos u océanos, los únicos elementos figurativos son los peces, apenas destacados por sus siluetas blancas sobre el fondo azul general. La densidad toponímica es mayor en la Península Ibérica que en otros lugares, figurando por ejemplo los Montes Pirineos, Tarragona, Galicia, Asturias y Lisboa; además varias islas del Mediterráneo: Mallorca y Menorca, entre ellas.



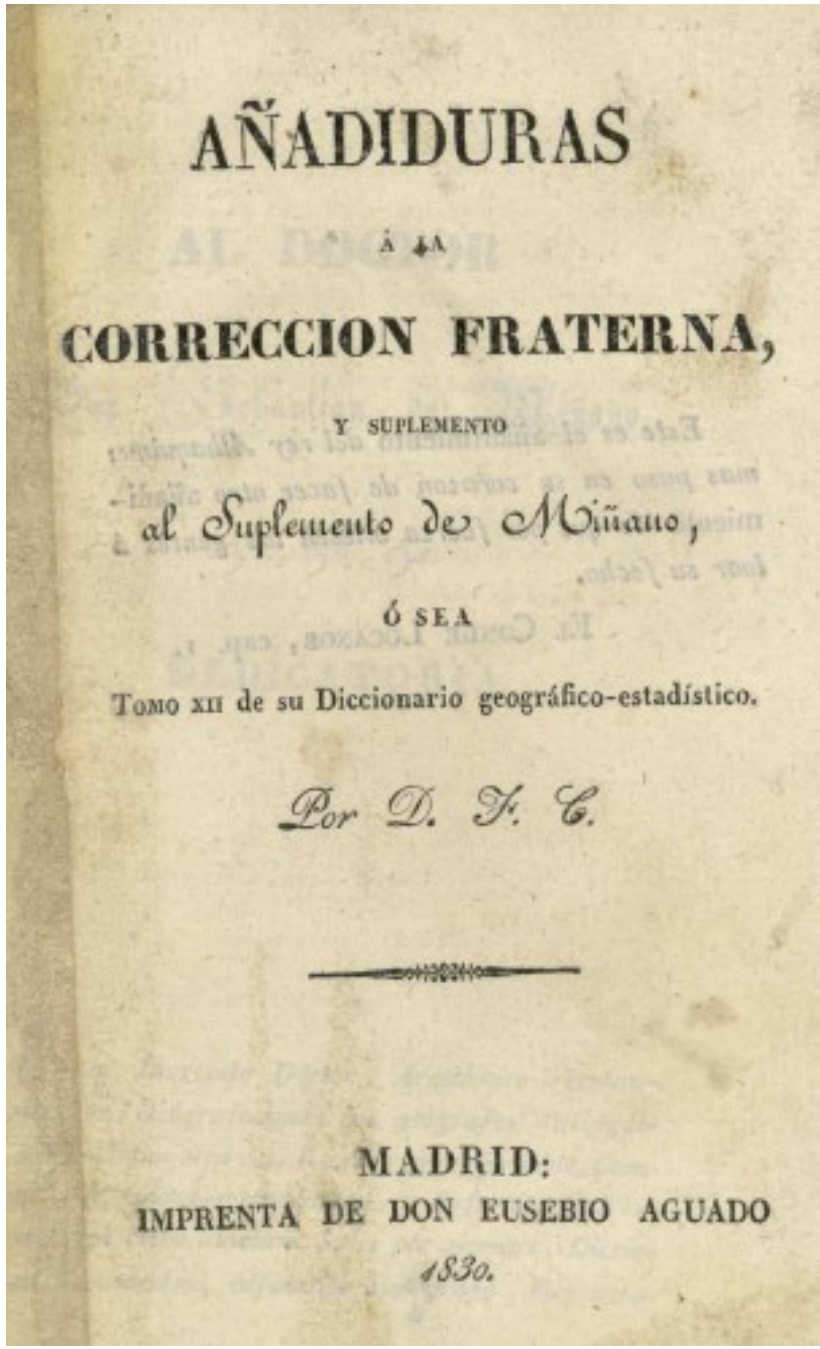
La fantasía queda reflejada en esta parte del mapamundi, mostrando el lugar en que habitaba el Ave Fenix, junto al Monte Taurus. No obstante, lo más relevante en este sentido es la representación de la mítica *Terra Australis* Incógnita, ya anunciada por Aristóteles en su Meteorologica, identificándola con la leyenda *Deserta terra vicina soli abardore incognita nobis*. En sucesivas versiones de los Beatos, se dibujaban en su interior los seres esciápodos, o monopodos; su denominación obedece a la posibilidad de elevar la pierna cual sombrilla, para darse sombra.

Los seres esciápodos en los Beatos

Fermín Caballero y Morgáez (1800-1876)

Destacado geógrafo castellano, abogado con sólida formación eclesiástica y prolífico escritor; que llegó a ser Alcalde de Madrid y Ministro de Gobernación. Al parecer, nunca dejó de interesarle la topografía, atribuyéndosele el levantamiento de los núcleos urbanos siguientes: Barajas de Melo (donde nació), Cuenca, Alcalá, Isabela, los Hueros, San Martín y Navalmoral de Pusa, Talavera de la Reina, Malpica, etc. Es probable que semejante actividad influyera para que en el año 1822 fuera nombrado profesor de Geografía y Cronología en la Universidad Central de Madrid. Fueron muy celebradas sus Lecciones de Geografía en la Sociedad de Instrucción Pública de Madrid. En la impartida el 5 de diciembre de 1840, recordó el aforismo *No es digno de habitar la tierra leve, quien el orbe terráqueo desconoce, pues cada cual su casa saber debe*. A su juicio, eran múltiples las virtudes de la geografía: hacia que los hombres fuesen cosmopolitas y amantes de la libertad… «y esto nos previene contra la vanidad y predominio de las clases aristocráticas y en favor de los oprimidos y menesterosos» .

F. Caballero era amante de la polémica y no dudaba en expresar sus opiniones, aunque fuesen controvertidas. En la misma conferencia anterior, afirmaba: «Tanto puede dañar el aislamiento de las ciencias, negándose a comunicar unas con otras, como la confusión de mezclarse demasiado. Aunque el límite de la geografía no esté perfectamente deslindado pueden fijarse reglas que la circunscriban: debe tomarse de las demás ciencias todo lo que conduzca a su perfección y fijeza; debe huir de todo aquello que no le sea preciso…*Tengo por inexactas las denominaciones de geografía astronómica, geografía matemática, geografía física, porque realmente son principios de astronomía, de matemáticas y de física que el geógrafo reclama de las ciencias auxiliares de la que profesa*». No obstante, al referirse a la pericia geográfica de Miguel de Cervantes hablara de los diferentes ramos de la geografía. No pueden olvidarse sus aceradas críticas (aunque las titulara correcciones fraternas) al Diccionario Geográfico-Estadístico de España y Portugal, publicado por el clérigo Sebastián de Miñano y Bedoya (1779-1845); cuyas fuentes de información no resultaron ser tan fiables como hubiese sido deseable. Las correcciones las fue publicando en entregas, hasta un total de diez (1827); aunque finalmente decidiese contestar también al suplemento del diccionario (*Añadiduras a la Corrección fraterna, y suplemento al suplemento de Miñano*, o sea Tomo XII de su Diccionario geográfico estadístico. 1830).



AÑADIDURAS

Á LA

CORRECCION FRATERNA,

Y SUPLEMENTO

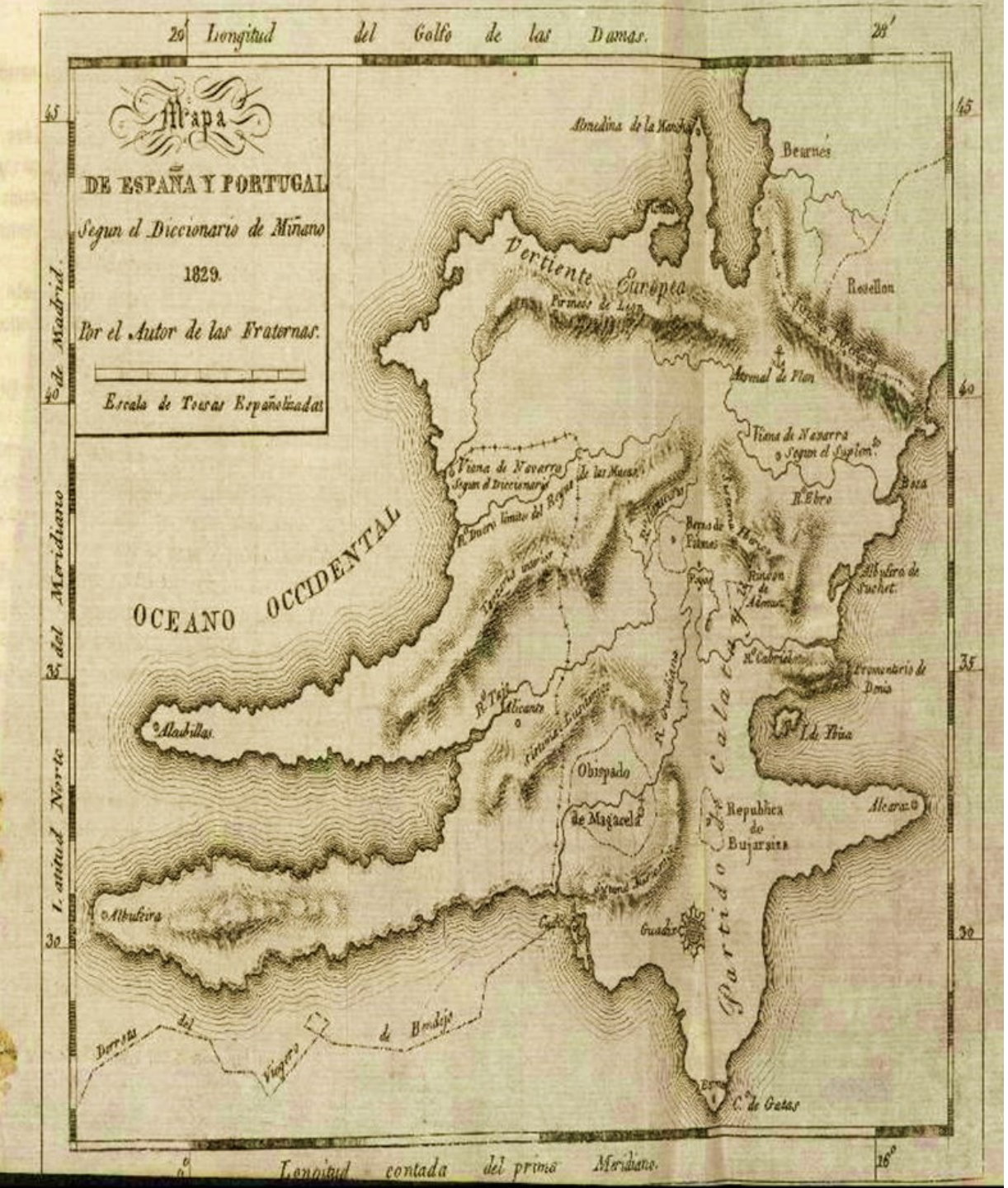
al Suplemento de Miñano,

Ó SEA

Tomo xii de su Diccionario geográfico-estadístico.

Por D. F. C.

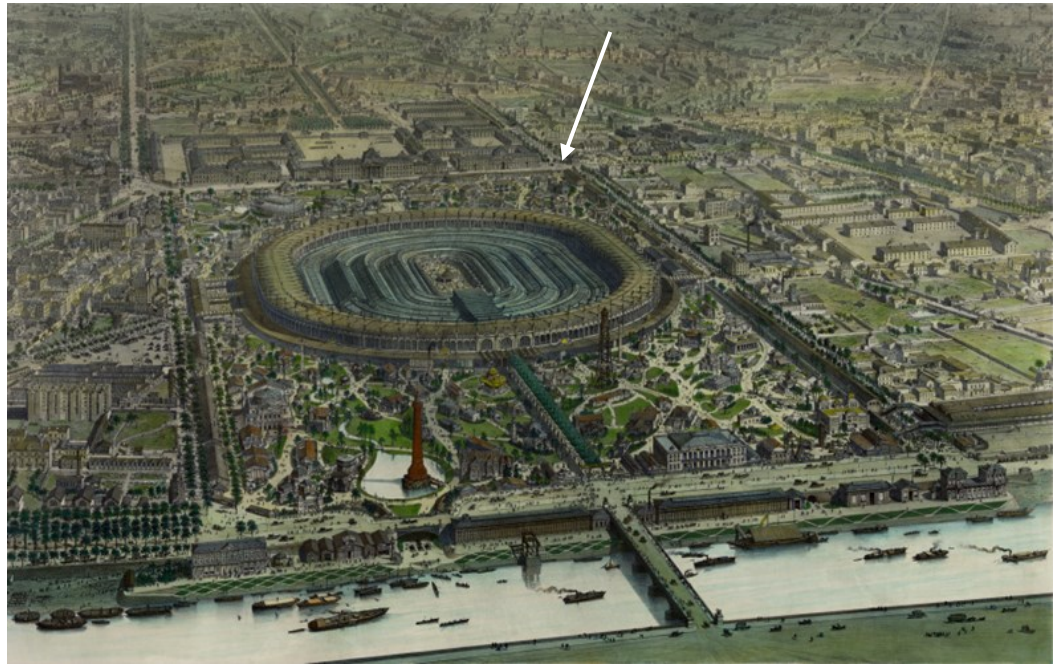
MADRID:
IMPRENTA DE DON EUSEBIO AGUADO
1830.



Su Addenda la iluminó Caballero con un mapa demoledor, dibujado de acuerdo con las coordenadas geográficas indicadas en el Diccionario (la escala gráfica, con toesas españolizadas fue todo un sarcasmo); comentando que comentaba Caballero que «las longitudes estaban calculadas con arreglo al meridiano del Golfo de las Damas, o del primer meridiano, que es lo mismo para quien no lo entiende». Del mismo tenor fueron los comentarios que dirigió a Antonio Fernández de Córdova, colaborador de S. Miñano. F. Caballero los formuló en su obra titulada *La Cordobada* (1830), tratando de refutar las críticas que había recibido de aquel, a propósito de su Turquía victoriosa (1829). Su respuesta no pudo ser más mordaz: «*Loco me tienes, Antón; Con tan varias pretensiones; Yo en presentarle razones; Tú en embrollar la cuestión*. ¡Cuántas autoridades pone don Antonio por la única que le pidieron! ¡cuántos textos, qué de citas, cuántas buenas obras! No es extraño que haya gastado la vista de tanto leer sobre ellas. Y de tantas, tantas, ni una prueba lo que debía probar».

F. Caballero fue uno de los primeros geógrafos en situar a España dentro de su marco georreferencial, así lo hizo con ocasión de la Exposición Universal de París (1867), al redactar como Vocal de la Comisión General Española *La Reseña geográfico-estadística de España*, a modo de presentación del catálogo de los productos presentados por los expositores españoles en la misma: «España está comprendida entre los 35º 59' 49" de latitud septentrional, paralelo en que se halla la punta más austral de la isleta de Tarifa, sobre el Estrecho de Gibraltar, y los 43º 47' 29", extremo boreal de la costa del Norte, en la Estaca de Vares, y entre los 7º 0' 36" de longitud E. del Observatorio Astronómico de Madrid (6º 2' al O. del meridiano de París), punto oriental del cabo de Creus, en el Mediterráneo, y los 5º 38' 11" de longitud O. fin occidental del cabo de Toriñana en el Océano. De aquí le resulta una largura en longitud de 12º 38' 47", equivalente a 50 minutos y 32 segundos de tiempo, en que adelanta la hora de los lugares orientales a la de los occidentales; y una anchura en latitud de 7 º 47' 40", que equivale a casi una hora de diferencia en la duración de los días y las noches mayores; pues en las costas australes llegan a catorce horas y media, y en las septentrionales se alargan a cerca de quince y media».

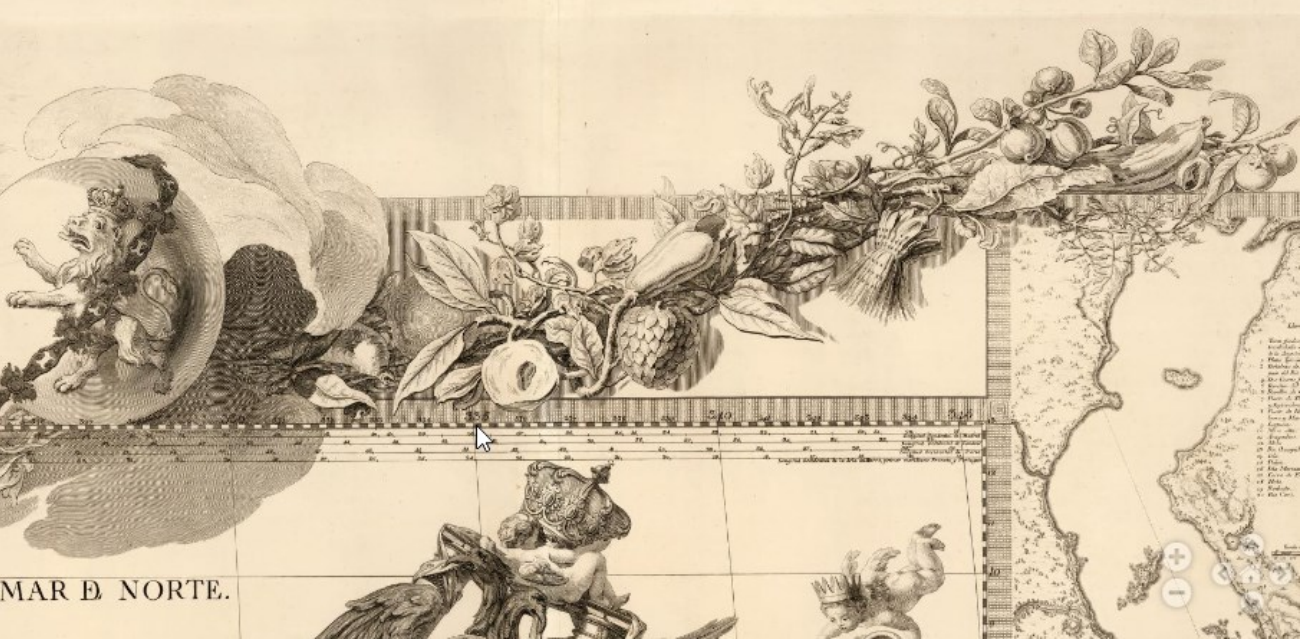
Recinto de la Exposición: Pabellón de España al fondo y a la derecha

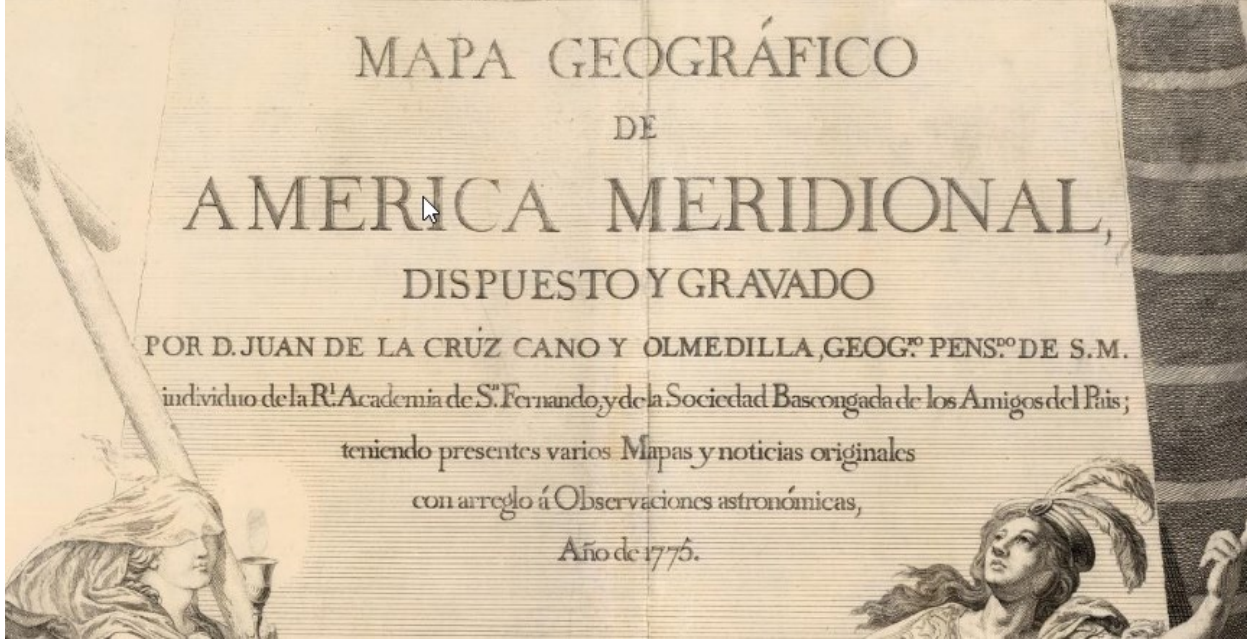


Una de las actividades de mayor calado cartográfico que tuvo F. Caballero, la protagonizó como Vocal de la Comisión de Estadística General del Reino, creada el 4 de noviembre de 1856, el más directo antecedente del Instituto Geográfico y Estadístico (1873). El 21 de abril de 1861 se publicó el Decreto que reorganizaba el servicio de Estadística, figurando F. Caballero como responsable de las operaciones censales. Aunque su cometido fuese básicamente de índole estadístico, es indudable que fue uno de los principales baluartes de tan novedosa institución. El 2 de febrero de 1876 se constituyó la Sociedad Geográfica de Madrid en la sede de la Real Academia de la Historia; F. Caballero presidiría su primera Junta Directiva, un cargo que solo pudo desempañar durante tres meses.

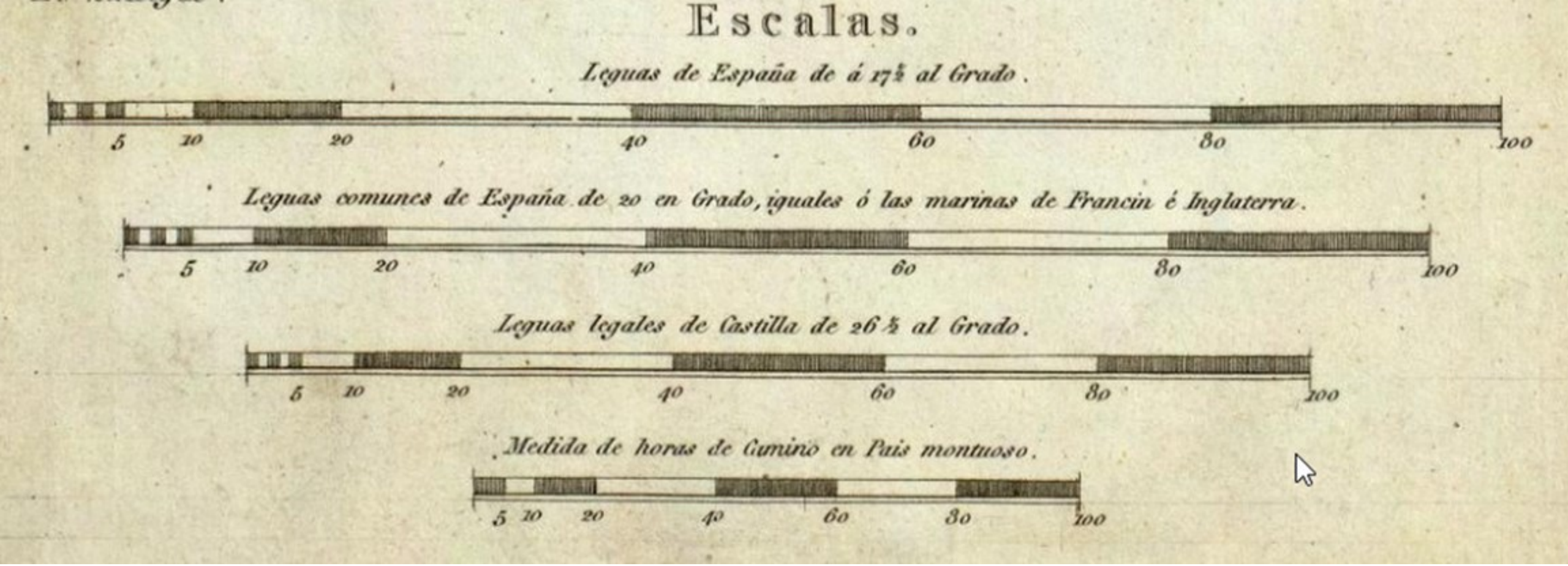
Juan de la Cruz Cano y Olmedilla (1734-1790)

El quehacer cartográfico de este madrileño está ligado fundamentalmente a su celebrado Mapa Geográfico de América Meridional (1775), aunque hiciese otros como el del Reino de Inglaterra, el de la Isla de Jamaica o el del Estrecho de Magallanes; también es digno de mención su grabado del Plano General del Alhambra, sus contornos y parte de la jurisdicción & (ca.1767). Su formación la adquirió en París, gracias a las lecciones que le impartió el geógrafo Jean-Baptiste Bourguignon d´Anville (1697-1782) d´Anville; Cano viajó junto a Tomás López (1730-1802), también comisionado por el marqués de la Ensenada (1702-1781) para contribuir a la mejor formación del Mapa de España. La posterior vida profesional de ambos fue muy dispar: López creó escuela, produjo multitud de mapas poco rigurosos y gozó del favor oficial, llegando a ser amigo personal de Manuel Godoy (1767-1852); en cambio Cano vio recompensado su cuidadoso quehacer cartográfico, dándose la penosa circunstancia de que su excelente mapa de América del Sur le produjo más perjuicios que beneficios. La razón no fue otra que las malas relaciones con Portugal, pues en España se creyó que el mapa podía favorecer los intereses de los vecinos; llegando a desacreditar al autor y a no abonarle todos los estipendios acordados.





El mapa fue solicitado en 1765 por el ministro de Estado Pablo Jerónimo Grimaldi y Pallavicini (1710-1789). Tras una exhaustiva recopilación de información cartográfica y cuidada selección de la misma, Cano logró formar un grandioso mapa mural, a escala 1:4000000, compuesto por ocho hojas, que una vez ensambladas eran un rectángulo de 185 x 260 cm. La presentación del dibujo refleja que el autor pertenecía a la Academia de San Fernando, con unas hermosas orlas difícilmente superables, también es reseñable su pilar en forma de cono truncado con hendiduras entre sus generatrices coronado con un busto de Colón, acompañado de esta leyenda: A Castilla y León, Nuevo Mundo dio Colón. El cuadro de signos convencionales es muy completo, usando símbolos y rótulos de diversa clase para identificar ciudades, villas, pueblos, arzobispados, parroquias, universidades etc. También se emplearon líneas para representar caminos reales, límites de los reinos y especialmente la línea divisoria en el Brasil. Otro capítulo que no pudo faltar fue el relativo a la señalización de las minas de metales preciosos.



El mapa dispuso de las cuatro escalas gráficas, con los correspondientes pitipiés, que se indican a continuación: 1) leguas de España de 17.5 en el grado; 2) leguas comunes de España de 20 en el grado, iguales a las marinas de España e Inglaterra; 3) leguas legales de Castilla de 16.5 en el grado y 4) medida de horas de camino en País montañoso. El tratamiento del color se incluyó asimismo en esta obra cartográfica tan monumental: rojo (España), púrpura (Misiones anexas), amarillo (Portugal), azul (Francia), blanco (Holanda) y verde (Inglaterra). La simulación del relieve se consiguió con el sistema de perfiles abatidos, acompañado de sombreado. Las longitudes geográficas se contaron a partir del meridiano del Pico de Tenerife (primer meridiano); como información marginal complementaria añade detalles relativos a la elección de diferentes meridianos elegidos como origen.

Siendo tan esmerada la imagen cartográfica de los cursos fluviales, la fiabilidad geométrica de su localización es cuando menos discutible, el propio autor lo reconocía en la nota siguiente: «el rumbo de todos estos Ríos está según la relación de sus naciones comarcanas y conforme a la delineación de los Mapas inéditos de nuestros cosmógrafos misioneros». De la validez de este mapa da idea el que continuase siendo un referente obligatorio para el cartógrafo norteamericano Erwin Josephus Raisz (1893-1968), en su libro *General cartography* (1938), varias veces reditado; no obstante, es obligado subrayar que cometió el error de suponer que el mapa había sido obra de dos autores: Cano y Olmedilla.

Pedro Chacón (1525-1581)

Mereció por sus escritos los elogios de los Sabios, y la admiración de la Corte Romana. Sacerdote, alumno y profesor de la Universidad de Salamanca, de la que llegó escribir su historia en 1569. Hacia 1572 es llamado a Roma y entra al servicio del papa, que le encarga la revisión de la biblia y de otros textos sagrados, como erudito conocedor de las lenguas clásicas, y como estudioso de las matemáticas y de la astronomía, lo incorpora al grupo encargado de la reforma del calendario (*Kalendarii Romani veteris Julii Cœsaris aetate marmori incisi explanatio*). En el año 1577 editó notas manuscritas de Luigi Lilio (1570-1576), con el conocimiento de C. Clavius, que tituló: *Compendium novæ rationis restituendi calendarium*; un documento básico para la reforma del calendario auspiciada por el papa Gregorio XIII (1502-1585), aprobada formalmente el 14 de septiembre de 1580 e instaurado definitivamente en el mes de octubre del año 1582. Precisamente, Chacón llegó a presidir la Comisión creada al efecto, en la que participaron además otros dos españoles: el cordobés Juan Ginés de Sepúlveda (1490-1573) y el valenciano Juan Salom.

COMPENDIVM

NOVAE RATIONIS RESTITVENDI KALENDARIVM.

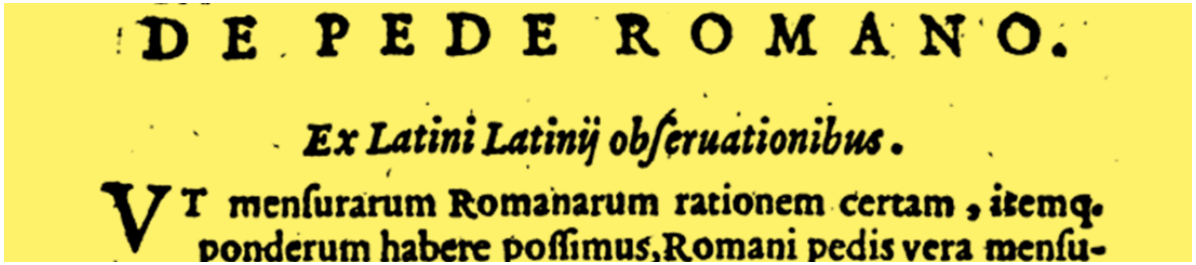
PERITIS MATHEMATICIS:

VM in ſacro cõcilio Triden tino Breuiarij Miſſaliſque emendatio Romano Ponti fici reſeruata eſſet, idque fe licis recordationis Pius V. quanta maxima potuit dili- gentia ſuperioribus annis perficiendum curaſſet, atq; edidiſſet: nõ tamen id opus uiſum eſt ſuis omnibus numeris abſolutum atque perfe- ctum, niſi reſtitutio quoque anni & eccleſiaſtici Kalen- darij accederet. In eam igitur curã dum Gregorius XIII Pont. Max. toto animo & cogitatione incumbit, allatus eſt illi liber ab Aloiſio Lilio cõſcriptus, qui neq; incom

La necesidad de la reforma provenía del hecho de haber asignado al año trópico una duración de 365. 25 días (cada cuatro años se consideraban tres de 365 días y otro de 366 días), cuando realmente es un poco menor: alrededor de 365.24219 días medios. La solución adoptada fue tan simple como brillante. Se suprimieron tres años bisiestos cada 400 años y se adelantó la fecha en diez días, concretamente el jueves 4 de octubre de 1582 fue seguido por el viernes 15 de idéntico mes y año. Así quedó establecido en la bula correspondiente (Inter gravísimas) el día 24 de febrero de 1582. P. Chacón escribió también sobre astronomía judiciaria y sobre la esfera de Sacrobosco.

El papa recibe la propuesta de la reforma.

Aunque la figura de P. Chacón esté indefectiblemente unida a la reforma del calendario juliano, fue autor de numerosos trabajos, gran parte de los cuales se publicaron tras su fallecimiento. Ese fue el caso del titulado *Petri Ciaconii Toletani Opuscula: In columnae Rostrata inscriptionem, De Ponderibus, De Mensuris, De Nummis*; editado en Roma (1608). Los dos capítulos centrales conforman un verdadero tratado metrológico, en que se analizan detalladamente las múltiples medidas de capacidad del periodo grecorromano y se relacionan expresamente con sus homólogas de Castilla. El texto alterna el latín con el castellano, aunque se citen en griego las unidades correspondientes, y aparece ilustrado con numerosas tablas que pretenden facilitar las equivalencias entre todos los patrones que se enumeran.

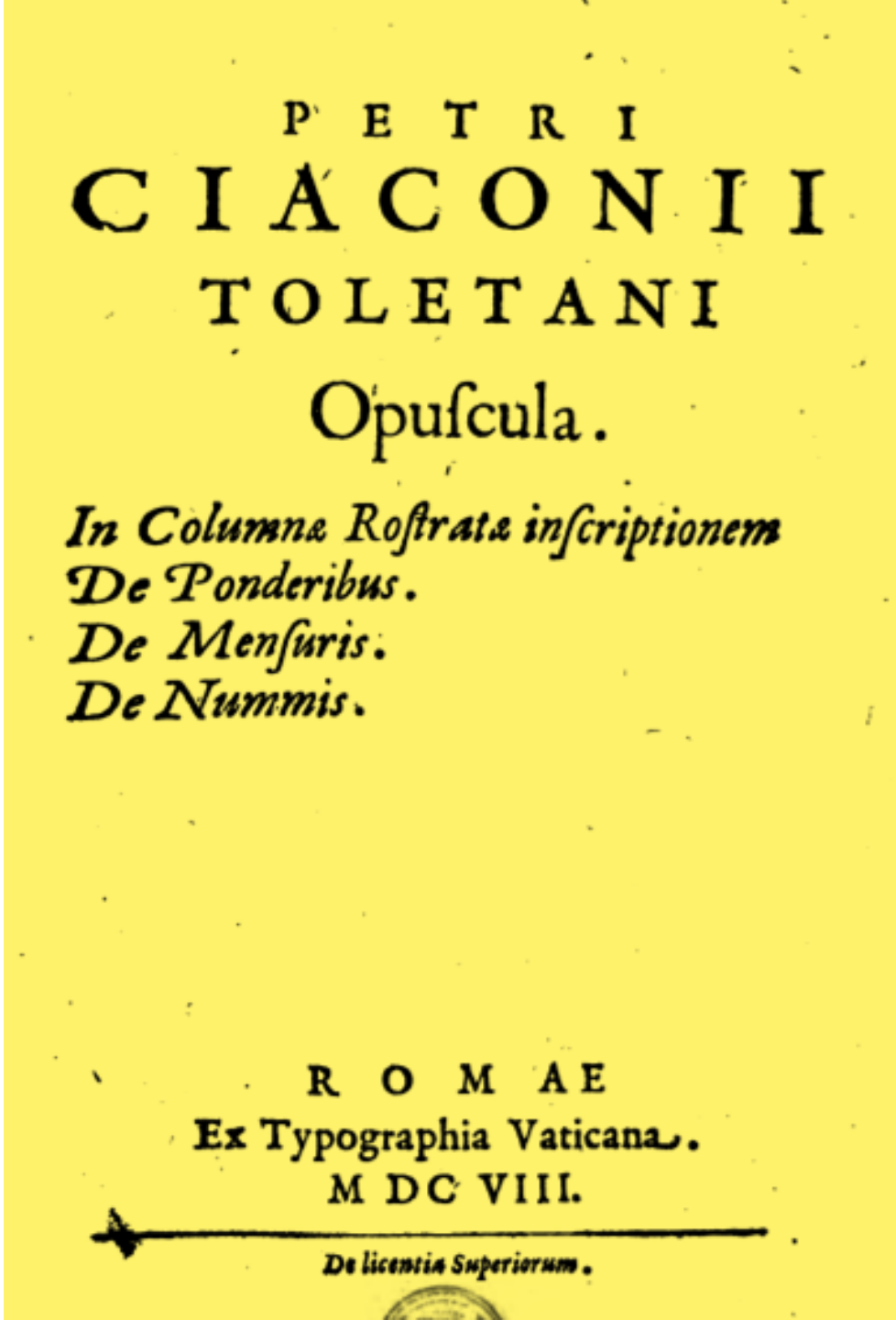


DE PEDE ROMANO.

Ex Latini Latinij obſeruationibus.

VT menſurarum Romanarum rationem certam, itemq. ponderum habere poſſimus, Romani pedis vera menſu-

Especialmente interesante fue el anexo con que se acompañó, *De Pede Romano*, aunque ya se hubiese referido indirectamente a él, al tratar del ánfora romana en *De Mensuris*:



PETRI

CIACONII

TOLETANI

Opuſcula.

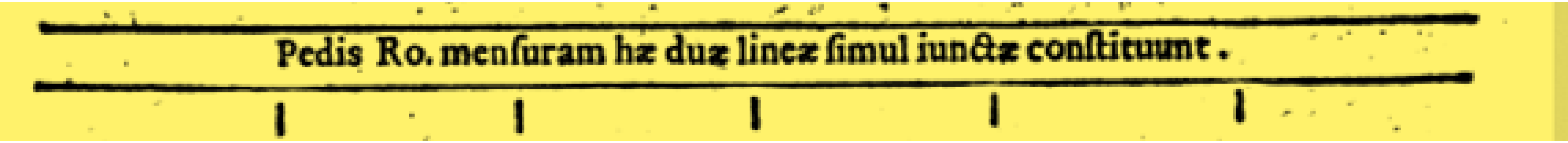
In Columnæ Roſtratæ inſcriptionem
De Ponderibus.
De Menſuris.
De Nummis.

ROMAE

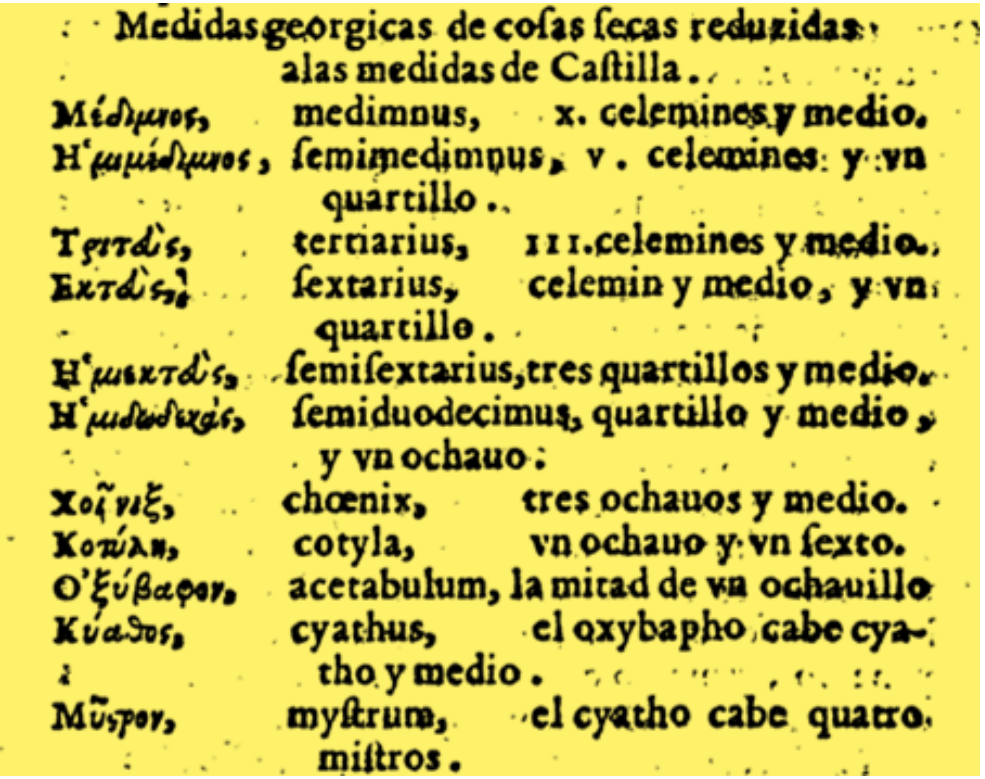
Ex Typographia Vaticana.

M DC VIII.

De licentia Superiorum.



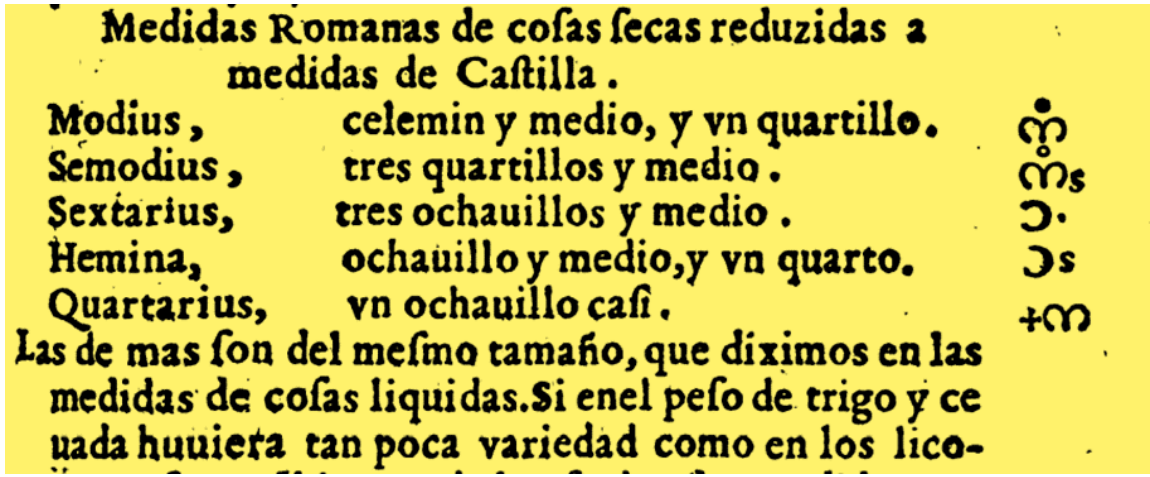
«Hice pues que me trajesen de Roma en una varilla de hierro la medida del pie antiguo, que se halla en muchas sepulturas que estos años atrás se han descubierto en Roma, y porque en todas es de un mismo tamaño, se entiende ser la justa medida antigua. Conforme a este pie hice hacer una caja de madera de figura de dado, que fuese al justo por la parte de dentro tan ancha, larga y alta, como este pie que digo, la cual pienso que es la amphora, o cuadrantal antiguo, como adelante se verá, empegué las junturas de la caja por de fuera, por que no se saliese, y llena de agua cupo de las medidas de Salamanca cantara y media y tres cuartillos…»



Medidas georgicas de coſas ſecas reduzidas alas medidas de Caſtilla.

Μέδιμνος,	medimnus,	x. celemines y medio.
Ἡμιμέδιμνος,	ſemimedimnus,	v. celemines y vn quartillo.
Τριτὰς,	tertiarius,	III. celemines y medio.
Ἕκτὰς,	ſextarius,	celemin y medio, y vn quartillo.
Ἡμιεκτὰς,	ſemiſextarius,	tres quartillos y medio.
Ἡμιδωδέκατος,	ſemiduodecimus,	quartillo y medio, y vn ochauo.
Χοῖνιξ,	chœnix,	tres ochauos y medio.
Κοτύλη,	cotyla,	vn ochauo y vn ſexto.
Ὀξύβαφον,	acetabulum,	la mitad de vn ochauillo
Κύαθος,	cyathus,	el oxybapho cabe cyatho y medio.
Μύστρον,	myſtrum,	el cyatho cabe quatro miſtros.

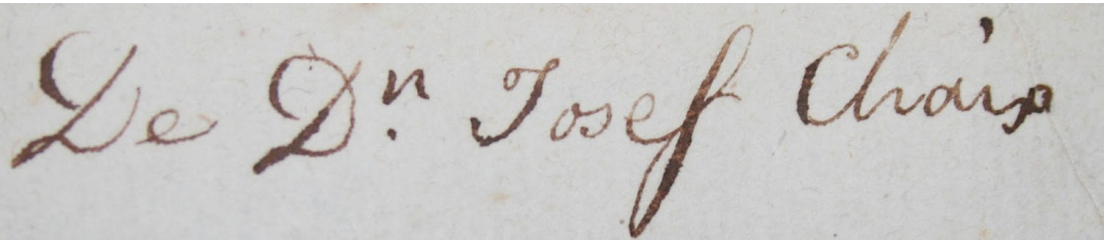
Algunas de las equivalencias mostradas en el capítulo *De mensuris*



Medidas Romanas de coſas ſecas reduzidas a medidas de Caſtilla.

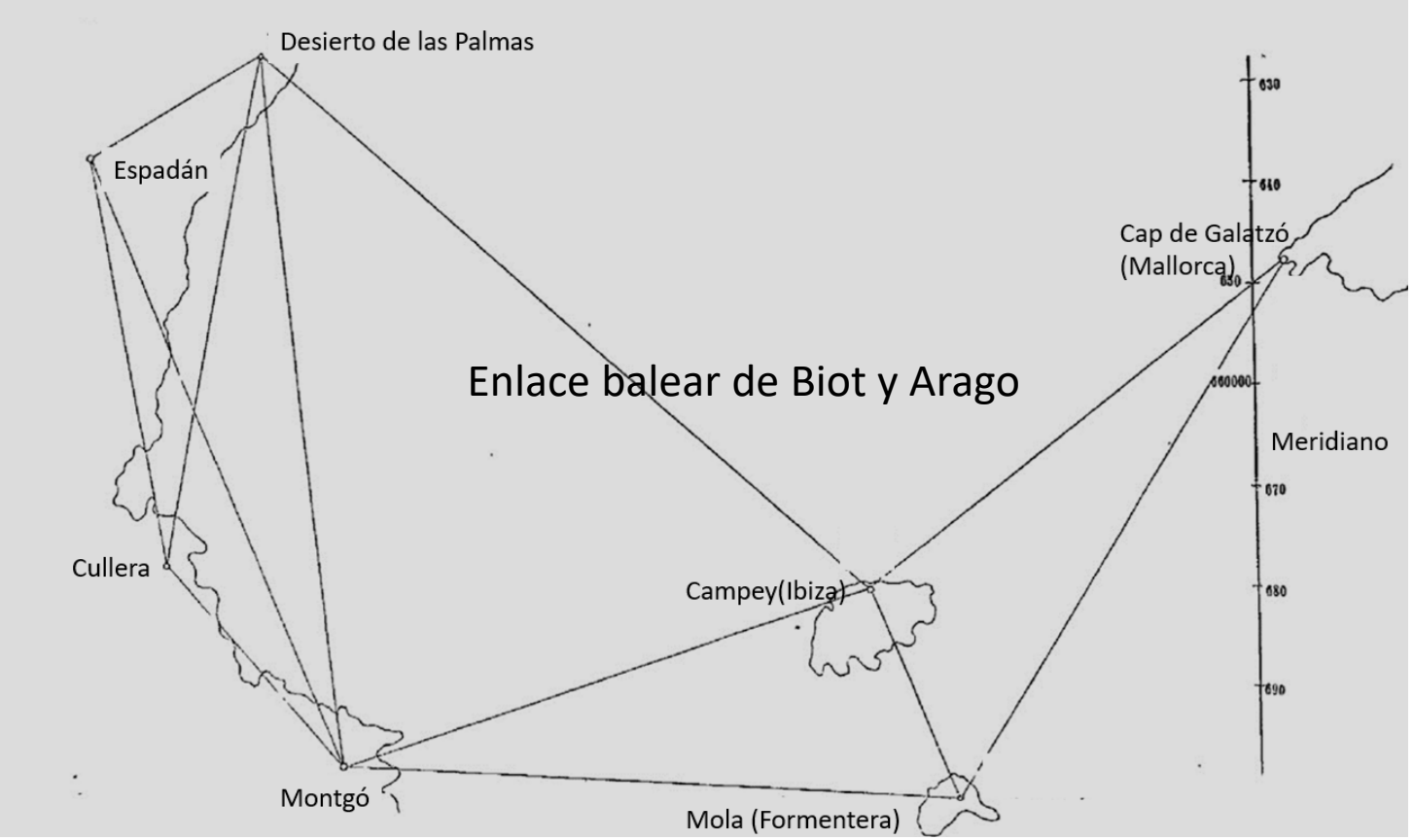
Modius,	celemin y medio, y vn quartillo.	ℳ
Semodius,	tres quartillos y medio.	ℳs
Sextarius,	tres ochauillos y medio.	ↄ·
Hemina,	ochauillo y medio, y vn quarto.	ↄs
Quartarius,	vn ochauillo caſi.	+ℳ

Las de mas ſon del meſmo tamaño, que diximos en las medidas de coſas liquidas. Si enel peſo de trigo y cebada huuiera tan poca variedad como en los lico-



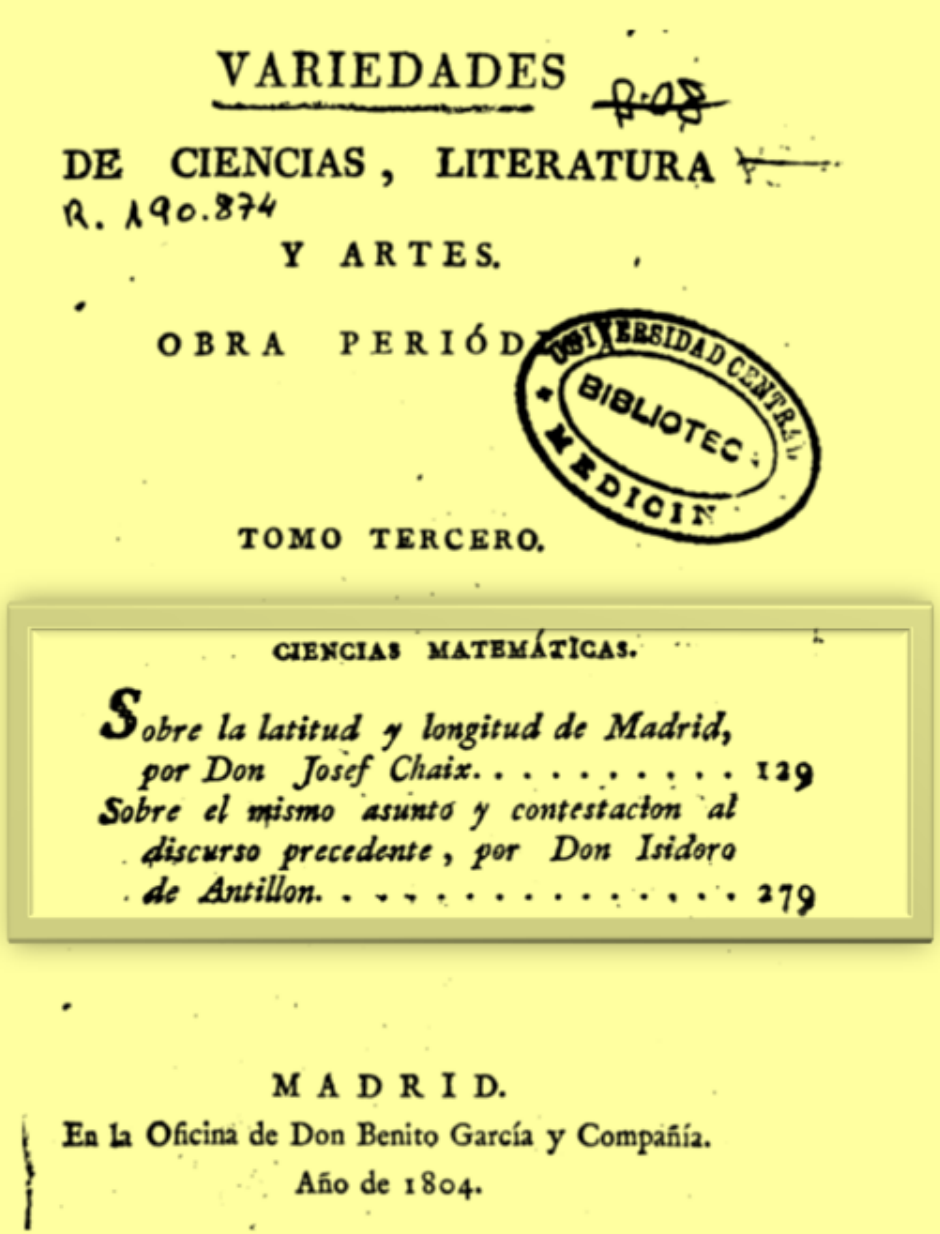
José Chaix Isniel (1765-1809)

Geodesta valenciano de excelente reputación entre sus homólogos franceses, que llegó a ser amigo personal del eminente J. Delambre. Gran amante de las matemáticas y de la astronomía, amplió su formación en Francia e Inglaterra, frecuentando en esta última sus valiosos observatorios (Edimburgo y Glasgow entre otros). En Francia contactó pronto con Delambre y P. Mechain, cuando se pretendía prolongar el meridiano de Francia lo más al Sur posible; después colaboraría estrechamente con el segundo en la observación de la cadena geodésica que lo extendería hasta las costas levantinas, hasta su fallecimiento en Castellón de la Plana. Cuando Chaix regresó a España, se incorporó al Observatorio de Madrid y poco después a la efímera Escuela de Ingenieros Cosmógrafos de Estado, antecedente de los actuales ingenieros geógrafos, siendo nombrado subdirector de la misma. Otro de sus puestos relevantes fue la Cátedra de Matemáticas que ocupó en la incipiente Escuela de Caminos, creada por Agustín de Betancourt y Molina (1758-1824).



Cuando Biot y Arago comenzaron sus trabajos para completar el enlace con las Islas Baleares, iniciado por Mechain, de nuevo cobró protagonismo Chaix (junto al matemático gallego J. Rodríguez González), como quedó bien reflejado en la Memoria de aquel importante trabajo. Chaix fue uno de los matemáticos españoles más reconocidos del siglo XVIII, suyo fue el tratado sobre el Cálculo Diferencial e Integral, universalmente valorado.

A nivel astronómico fue igual de sobresaliente el calculó que realizó de las coordenadas geográficas de Madrid, por él que mantuvo una encendida polémica con el geógrafo I. Antillón. El origen de su controversia con Chaix fue una información, poco meditada, que apareció publicada en la revista Variedades de Ciencias, Literatura y Artes (nº X, página 196); en ella se comentaba, con relación a Madrid, «que no sabemos todavía su latitud y longitud». Antillón se sintió aludido y consiguió que se incluyese en el número XII la respuesta titulada *Observaciones astronómicas en cuyos resultados se funda la situación de Madrid en longitud y latitud. Por Don Isidoro de Antillón*. Conviene subrayar aquí su honradez intelectual, pues reconoce su poca experiencia como observador, a propósito de dicho eclipse, en estos términos: «y en cuanto a mí toca, por la poca o ninguna consideración que merecen las determinaciones de un aprendiz en la práctica de la astronomía, comparadas con



VARIEDADES

DE CIENCIAS, LITERATURA

Y ARTES.

OBRA PERIÓD

UNIVERSIDAD CENTRAL
BIBLIOTEC
MEDICIN
R. 190.874

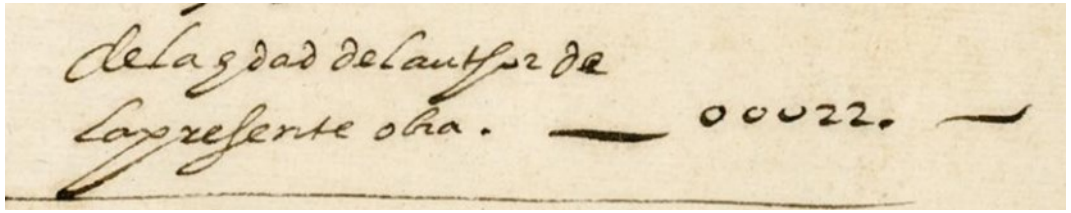
TOMO TERCERO.

CIENCIAS MATEMÁTICAS.

Sobre la latitud y longitud de Madrid, por Don Josef Chaix 129
Sobre el mismo asunto y contestacion al discurso precedente, por Don Isidoro de Antillon. 279

MADRID.
En la Oficina de Don Benito García y Compañía.
Año de 1804.

las de dos tan dignos maestros , y tan veteranos en el arte de observar». Chaix, que había hecho caso omiso de la denuncia a la que contestó Antillón, si creyó oportuno intervenir tras haber sido citado por este, al final de su artículo. El escrito que envió a la revista Variedades de Ciencias, Literatura y Artes fue inmisericorde con Antillón y próximo al mal gusto, por llegar incluso a la pretensión nada indirecta de ridiculizarlo:
«Estoy muy lejos de creer que el Señor Antillón omitiese de intento estas observaciones; esto no cabe en un hombre honrado y de buena fe: es pues evidente que no las conocía, y por consiguiente, que incurre en la misma falta que critica en vmds.: esto es la de no conocer las observaciones astronómicas y los cálculos en que se funda la situación de Madrid, que se han publicado, y corren impresos en papeles muy recientes: falta mucho más notable en un profesor de Astronomía, Geografía y Cronología, que en vmds. Que se consideran meramente como unos aficionados, o que a lo menos no están condecorados con aquellos títulos».
Los interesados en ambas cuestiones son remitidos al artículo *Las Observaciones astronómicas de Josef Chaix Isniel (1766-1811) para determinar la latitud y longitud de Madrid.* Universidad de Granada).



Jerónimo Chaves (1523-1574)

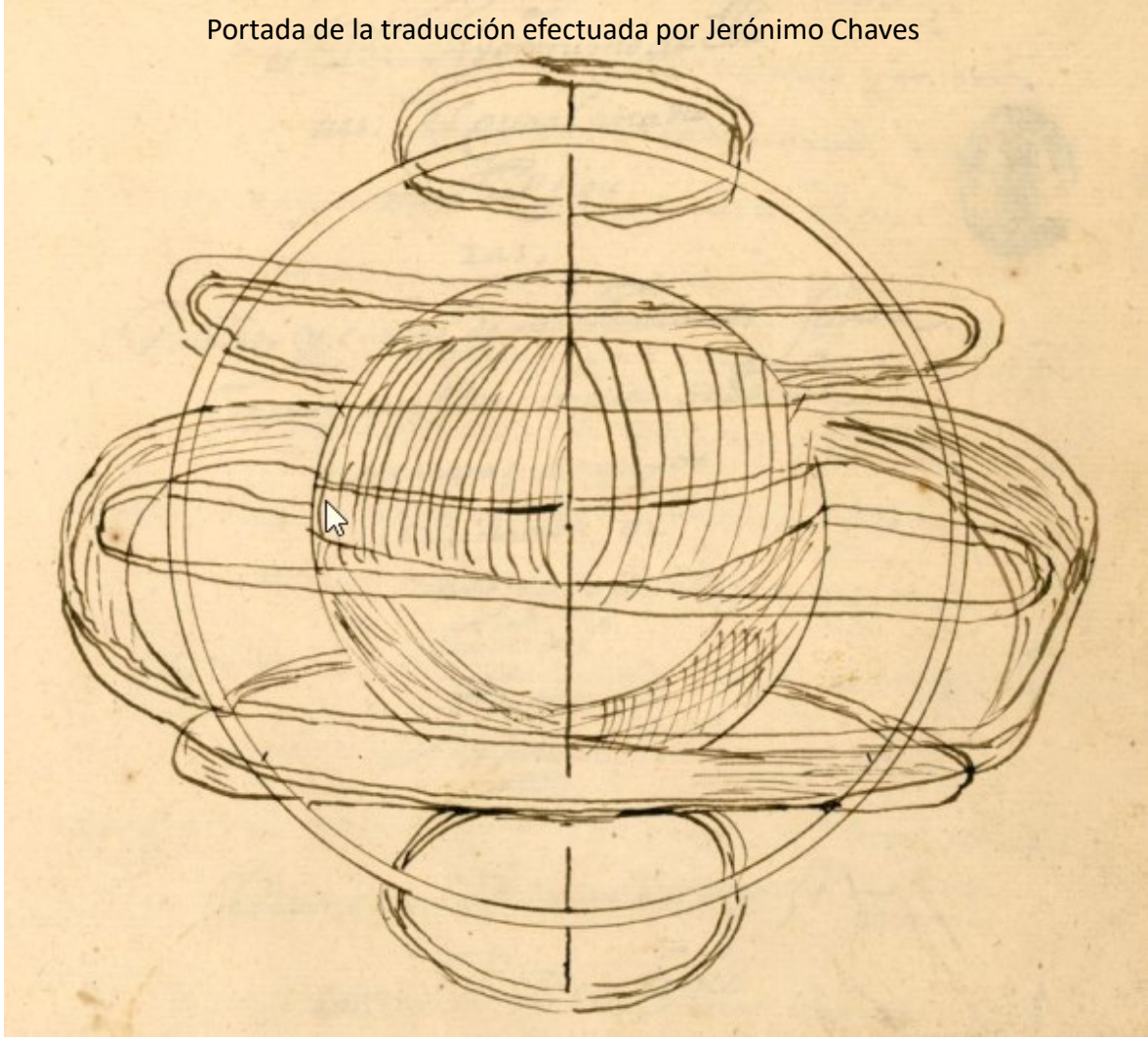
Sevillano de pro autor de un bello mapa de Andalucía occidental, mundialmente conocido desde que fue reproducido por Abraham Ortelius en su Theatrum Orbis Terrarum (1570). Su padre Alonso de Chaves (1492-1582) fue cosmógrafo y piloto mayor de la Casa de Contratación, el cual debió influir poderosamente para que su hijo se interesase por las matemáticas y por la cosmografía. En 1545 tradujo el *Tractatus de Sphaera de J. Sacrobosco, iluminándolo con tablas astronómicas* y numerosas figuras; como puede comprobarse en el manuscrito que se conserva en la Biblioteca Nacional. En él se abordaron los temas clásicos: La figura del mundo, los círculos de la esfera, los ortos y ocasos, la duración de los días y las noches, los climas clásicos, los modelos planetarios y la explicación de los eclipses. Curiosamente incluyó como epílogo su propia edad (22 años).

Entre 1552 y 1568 dirigió la catedra de Cosmografía en la Casa, una vez superado, por consejo de su padre, el mismo examen al que se debían someterse los pilotos.

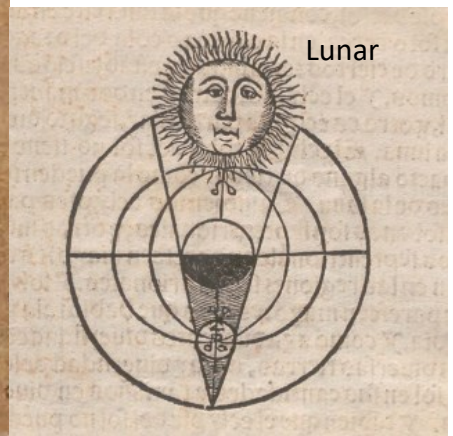
A partir de entonces informó puntualmente al Consejo de Indias, sobre asuntos tales como el uso de las agujas de marear y la controvertida declinación magnética, o sobre las cartas náuticas de doble latitud (llamada así por incluir dos escalas: una con la latitud antigua y otra con la moderna, pretendiendo así facilitar la navegación en aquellas zonas en las que los errores eran considerables). Igual de señalados son los que presentó en relación con los derechos españoles en el Pacífico, que afectaban a los archipiélagos de las Molucas y de Filipinas.

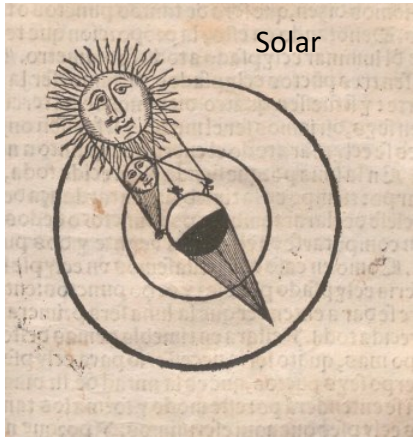
Mientras ejercía de catedrático preparó la obra por la que sería más conocido: *Chronographia o reportorio de los tiempos el mas copioso y preciso que hasta agora ha salido a luz. Compuesto por Hieronymo de Chaves, y agora nuevamente añadido*; la cual fue publicada en el año 1554 y reeditada hasta en veintidós ocasiones en ese siglo. En su introducción (Breve y descripción Sumaria de todo lo contenido en este libro) manifestó que se dividía en cuatro partes o tratados. La primera se dedicó al tiempo y a su división «…con la recopilación de todas las edades del mundo, desde la creación hasta el tiempo presente, con algunas cosas indignas que en ellas han acontecido». En la segunda parte se abordó la descripción general del mundo, refiriendo los elementos clásicos: tierra, agua, aire y fuego, además de la «región celeste por cuyo movimiento es considerado el tiempo».

Portada de la traducción efectuada por Jerónimo Chaves



Se refiere el tercer tratado a la diversidad de los ciclos y el calendario, explicando además la razón de la variabilidad de las fiestas movibles, «…y allí mesmo el lunario con todos eclipses, verificados hasta el año de seiscientos». La cuarta y última parte trató de la observación de las partes del tiempo y fue marcadamente astrológica; indicando los días críticos o judiciales considerados por los médicos en las enfermedades humanas. Asimismo, se fijaba el tiempo idóneo para el purgado y el sangrado, «y juntamente con la pronosticación natural (que por otro nombre es llamada Astrología rústica)». Se cierra este tratado con una «tabla y catálogo de las principales ciudades de la cristiandad en la región de Europa e Indias occidentales del mar Océano». La obra va ilustrada con una colección de figuras muy bien traídas y delineadas, sobresaliendo el modelo del universo geocéntrico, los signos del zodiaco, las alegorías planetarias y las que acompañaron a la explicación de los eclipses.





Esquemas de los eclipses, lunar y solar, en el Tratado tercero

Ciudades de España.

		H.	m.	G.
Almeria	Al	0	14	37
Alicante	Al	0	21	39
Astorga	AD	0	3	42
Alcantara	AD	0	2	39
Alcala	Al	0	12	41
Burgos	Al	0	4	43
Bragança	AD	0	4	40
Barcelona	Al	0	40	41
Bilbao	Al	0	25	43
Camora	AD	0	2	42
Ciu.rodrigo	Al	0	15	42
Cohymbra	AD	0	8	40
Calatraua	Al	0	5	39
Caceres	AD	0	2	39
Calahorra	Al	0	19	43
Cordoua	Al	0	8	38
Corruña	AD	0	6	42
Caragoça	Al	0	26	44
Carmona	Al	0	2	37
Cuenca	Al	0	16	41
Cartagena	Al	0	20	38
C.S.vicẽte	AD	0	15	37
Cadiz	AD	0	3	36
C.F.terrae.	AD	0	12	44
Ecija	Al	0	4	38
Euora	AD	0	4	38
Fontrabia	Al	0	32	45
Guadalajara	Al	0	12	41
Granada	Al	0	12	38
Girona	Al	0	42	43
Gibraltar	Al	0	1	36
Guadix	Al	0	18	38
Leon	AD	0	3	43
Lisboa	AD	0	13	39
Lerida	Al	0	33	42
Madrid	Al	0	12	41
Medina	Al	0	20	42
Malaga	Al	0	5	37
Mallorca	Al	0	37	40
Minorca	Al	0	41	40
Majara	Al	0	23	43
Oporto	AD	0	9	41
Placencia	Al	0	1	41
Pāplona	Al	0	30	44
Perpiñan	Al	0	58	43
Seuilla	✱	0	0	37
Soria	Al	0	20	42
Simancas	Al	0	7	42
Salamāca	AD	0	2	41
Santiago	AD	0	8	44
Santaren	AD	0	8	40
Segouia	AD	0	6	41
Sanlucar	AD	0	4	37
Toledo	Al	0	11	41
Toro	AD	0	3	42
Trugillo	AD	0	1	39
Tarragona	Al	0	36	40
Tarifa	AD	0	1	36
Tauila	AD	0	11	37
Valladolid	Al	0	12	42
Valencia	Al	0	27	40

Ciudades de Frãcia y Flandes.

		H.	m.	G.
Antuerpia	a	1	15	51
Auiñon	a	1	10	44
Bayona	a	0	32	44
Burdeos	a	0	38	45
Bruselas	a	1	12	51
Brujes	a	1	4	51
Chalez	a	0	58	52
Gant	a	1	12	52
Genebra	a	1	22	46
Lobayna	a	1	17	51
Leon	a	1	5	46
Mompeller	a	1	6	43
Marsella	a	1	12	43
Machlina	a	1	7	51
Nantes	a	0	32	48
Narbona	a	0	59	43
Orliens	a	0	58	47
Paris	a	1	4	48
Rochela	a	0	30	47
Ruan	a	0	57	49
Rems	a	1	12	48
Tolosa	a	0	52	43
Treuers	a	1	18	49
Turon	a	0	53	43
Valencia	a	1	16	45
Viena	a	1	16	44
Utrech	a	1	18	53

Ciudades de Ytalia.

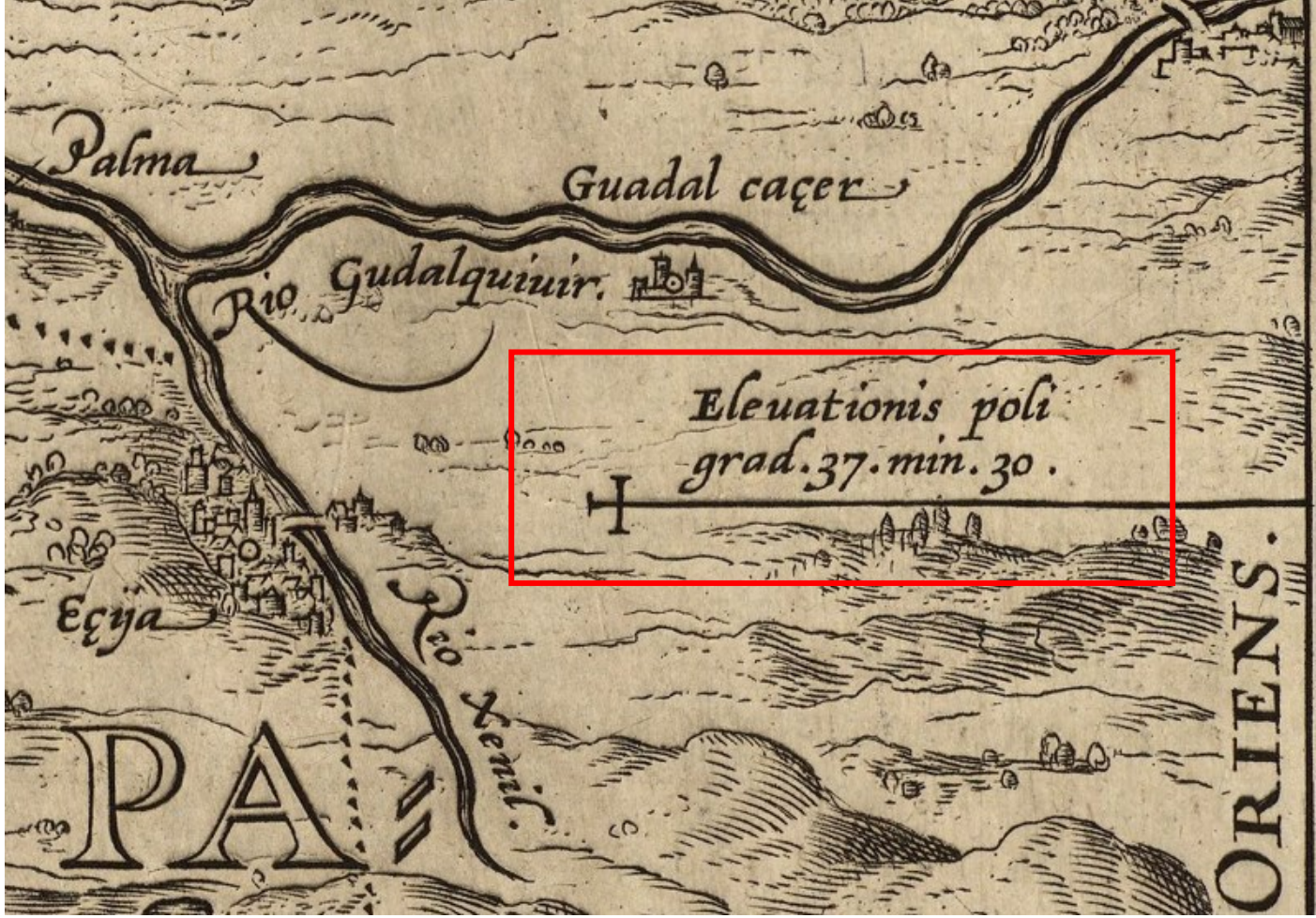
		H.	m.	G.
Anchona	a	1	52	43
Aquileya	a	1	51	45
Boloña	a	1	41	44
Brindez	a	2	12	40
Benauente	a	1	58	40
Capua	a	1	51	40
Cremona	a	1	34	45
Cosencia	a	2	6	39
Florencia	a	1	41	43
Ferrara	a	1	42	44
Fosempro	a	1	47	44
Genoua	a	1	30	43
Luca	a	1	38	43
Luna	a	1	36	43
Milan	a	1	32	45
Mantua	a	1	38	45
Napoles	a	2	8	40
Nola	a	1	57	40
Otranto	a	2	15	40
Pauia	a	1	30	44
Padua	a	1	42	45
Pisa	a	1	38	43
Potencia	a	2	4	40
Parma	a	1	56	44
Perusa	a	1	46	42
Roma	a	1	57	41
Rauena	a	1	45	44
Risolis	a	2	8	38
Saona	a	1	27	43
Salerno	a	1	58	41

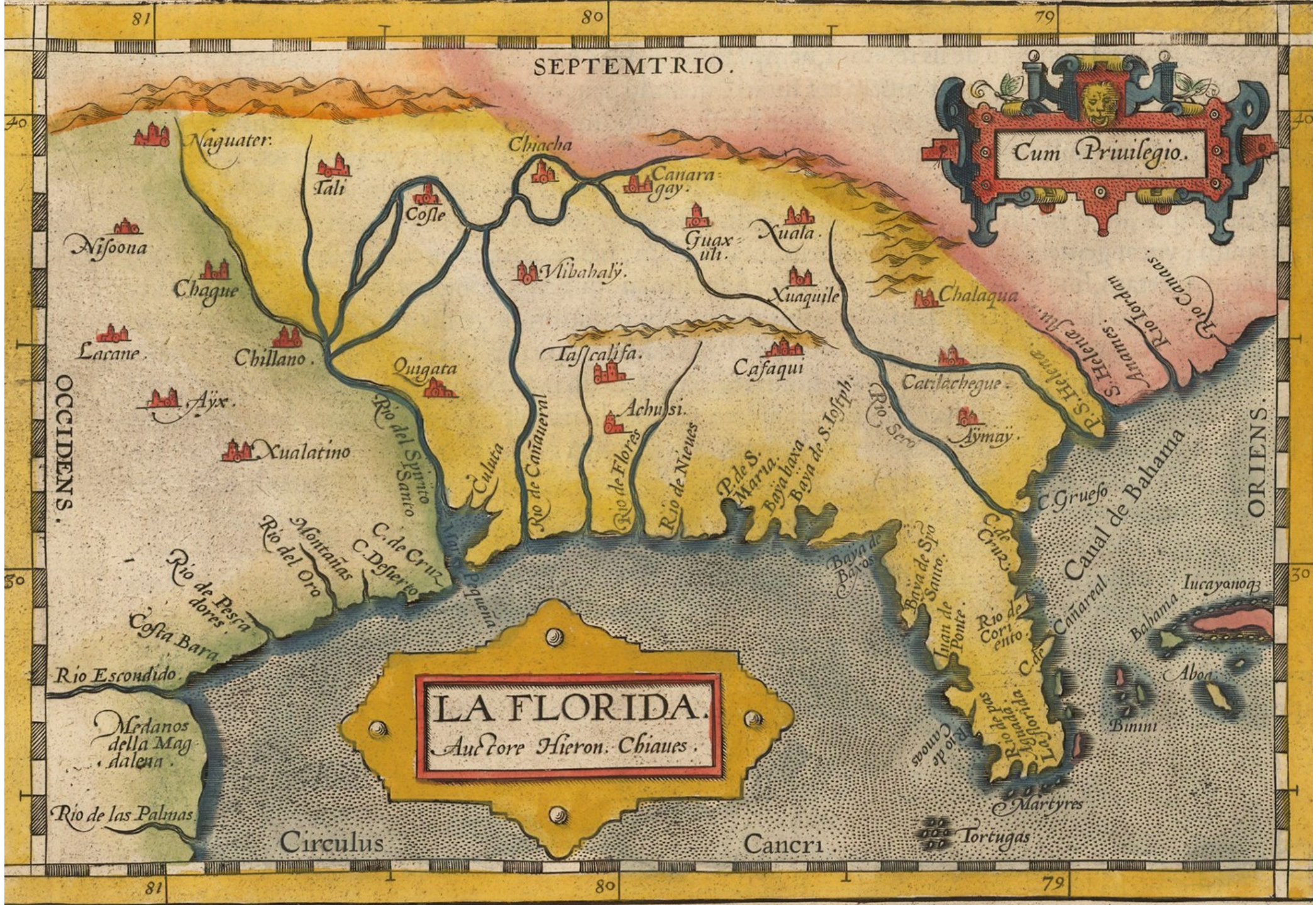
La longitud está referida al meridiano de la ciudad de Sevilla

¶ Fue impresso en la muy noble y muy leal ciudad de Seuilla en casa de Martin de Montesdoca. Siendo primeramente visto y examinado por los reuerendos padres Rector y Colegiales del insigne Collegio de Sancto Thomas de Aquino, por comissiõ y mãdado delos muy reuerẽdos señores Inquisidores appostolicos. Acabose a veynte dias del mes de Junio, del año de mil y quinientos y cincuenta y quatro.
✱

Fue impreso en la muy noble y muy leal ciudad de Sevilla en casa de Martin de Montesdoca. Siendo primeramente visto y examinado por los reverendos padres rector y Colegiales del insigne Colegio de Santo Tomás de Aquino, por comisión y mandado de los muy reverendos señores inquisidores apostólicos. Acabose a veinte días del mes de Junio, del año de mil y quinientos y cincuenta y cuatro.

J. Chaves fue igualmente un cartógrafo que se esmeraba por la presentación del mapa, como evidencian los que se publicaron en el Teatro de Ortelius, el del occidente de Andalucía (*Hispalensis Conventus, Sive Andaluziae Pars*) puede ser el paradigma. Pocas novedades pueden añadirse a lo ya escrito sobre el mismo, salvo que posee un detalle astronómico que suele pasar desapercibido: la indicación expresa de la latitud al Este de la desembocadura del río Genil en el Guadalquivir, mediante el rótulo Elevationis poli grad.31.min.30 (la latitud de un lugar se puede definir como la altura del polo sobre el horizonte del mismo). Otro de los mapas de Chaves que revela su habilidad como delineante fue el de Florida, también reproducido por Ortelius, debiendo destacar la graduación latitudinal y longitudinal de sus marcos (omitida en el mapa anterior); este mapa se basó posiblemente en los comentarios realizados por los componentes de la expedición comandada por Hernando de Soto (1500-1542). Ante tal situación es procedente pensar que muchas de aquellas representaciones cartográficas fuesen más ornamentales (aunque ocasionalmente llegasen a ser secretos de estado) que imágenes fidedignas del territorio; ya que, en general, se confeccionaban apoyándose en relatos. y a lo sumo en croquis en los la imaginación primaba sobre cualquier otra circunstancia.




SEPTEMTRIO.
OCCIDENS.
ORIENS.
Cum Priuilegio.
LA FLORIDA.
Auctore Hieron. Chiaues.
Naguater.
Tali
Coste
Chiacha
Canaragay.
Nisoona
Chague
Vibahalÿ.
Guaxuli.
Xuala.
Xuaquile
Chalaqua
Lacane.
Chillano.
Quigata
Tasscalisa.
Cafaqui
Catilachegue.
Aÿx.
Achussi.
Aymaÿ.
Xualatino
Culuta
Rio del Spirito Santo
Rio de Cañaueral
Rio de Flores
Rio de Nieues
P. de S. Maria.
Baya baxa
Baya de S. Iosseph.
Rio Sera
S. Helena Ilas.
Rio Lordan
Anames.
Rio Canaas.
C. Grueso.
Canal de Bahama
C. de Cruz.
Montañas
Rio del Oro
C. de Cruz
C. Deserto
Rio de Pescadores
Costa Bara
Rio Escondido.
Baya de Baros
Baya de S. Iro Santo.
Iuan de Ponte.
Rio de Corrientes.
C. de Cañaueral
Bahama
Iucayanoqs
Abaco
Bimini
Rio de Canoas
Rio de las Palmas
Medanos della Magdalena.
Martyres
Tortugas
Circulus
Cancri.
81
80
79
40
30

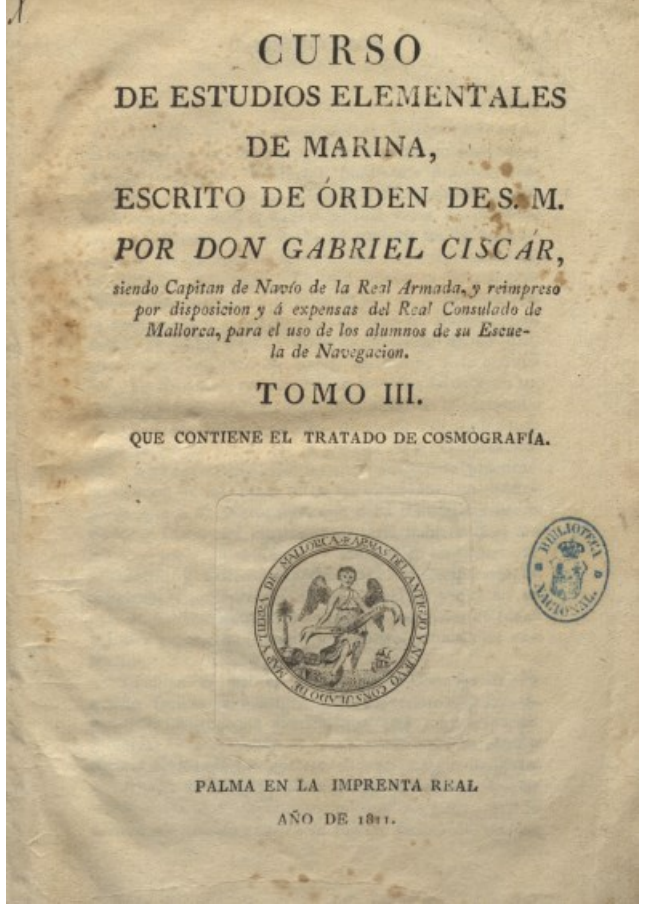
LA FLORIDA.

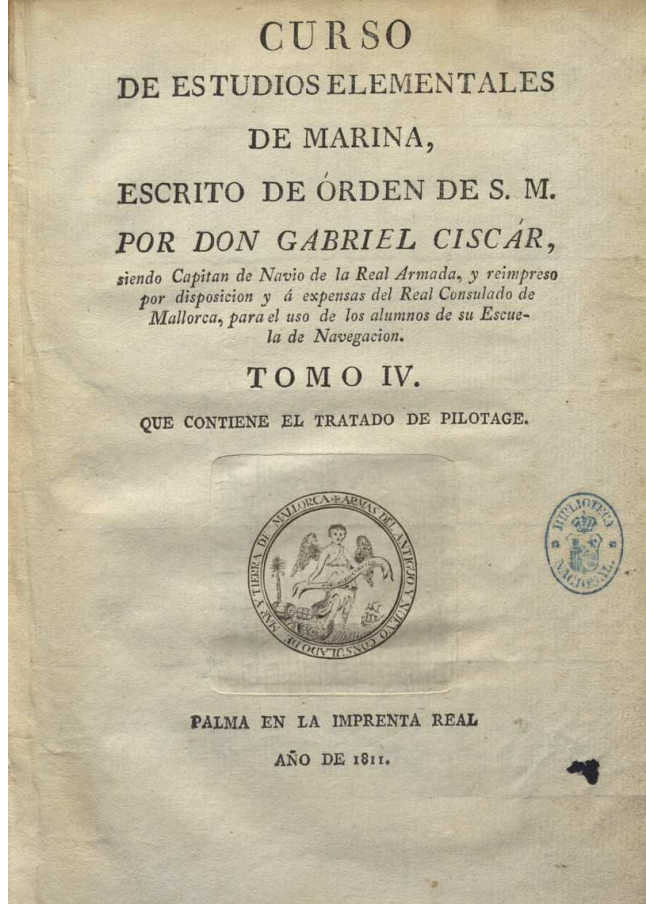
ESTA es parte de America Septentrional, llamaſe Florida, por la Paſqua Florida, por que eſte dia primeramente aportaro a ella y la hallaro los Eſpañoles, año de 1512. Theuet (que ſe pareſſe) dize que aſsi fue llamada por ſer toda verde y Florida. Prouaron muchas vezes los Franceſes tomar habitacion en ella; mas haſta oy no han podido contra la voluntad de los Eſpañoles, que los han echado d'ella muchas vezes. La gente que en ella mora es barbara, ſuzia y inhumana: como arañas, hormigas, lagartos, ſerpientes, y otros ſemejantes animales ſuzios y ponconoſes: la tierra es harto fertil, y rica de oro. De eſta region, mi embio le figuente, Iacobo Colio Orteliano, mi coñado de vn teſtigo de viſta, come eſcriue. Los naturales ſon de vn color amarillo: las mugeres de los Reyes por alguna arte vienen negras. Tocca al Rey dar a cadauno vna muger, o que mas diga vender. Si la muger ſe hallare adultera, caſtigada es, ſaber, atada vna dia por las eſpaldas, a vn arbol, con los braços eſtendidos, las piernas apartadas, y aſſottada de vergas. Tres horas, deſpues el parto, la muger lleua la creatura al ryo, por lauarla. No tienen aſada, ni tampoco hacuela. En lugar de arado toman vnas aſſes, con que labran la tierra. Seminan frumento, d'al vulgo llamado Tricito, el qual les da, dos o tres vezes a l'año frutas maduras. Tambien tien fazeolos, &c. Seminan en Mayo, Iunio, y Iulio, cadauno a las ſeys ſemanas, tiene fruto maduro. Podeis leer de eſta region vn librillo imprimido, eſcritto por Iacobo Morguetto.

Gabriel Ciscar y Ciscar (1760-1829)

Geodesta, matemático e ilustre marino valenciano que, a propuesta del Ministerio de Marina, representó a España ante el Instituto de Francia, durante las deliberaciones previas a la aprobación del Sistema Métrico Decimal; el ministro justificó su decisión, manifestando que «la superioridad de conocimiento de Ciscar es tan generalmente reconocida que aun sus mismos émulos no pueden negarle que es el primer hombre de la Nación, considerado por su saber matemático». Más tarde lo acompañaría el también matemático asturiano Agustín Bernardo de Pedrayes y Foyo (1744-1815), el cual había sido nombrado por el Ministerio de Estado. G. Ciscar, que llegó a ser ministro de Marina, se jubiló como teniente General de la Armada y fue varias veces Regente. Tras ingresar en la Academia de Guardiamarinas de Cartagena, llegó a ser director de la misma en 1788 y su primer profesor de matemáticas. Ciscar fue condenado a muerte por Fernando VII, pero logró salvarse al refugiarse en Gibraltar y pasar allí el resto de sus días.

Para el mejor desempeño de su docencia, preparó los tres manuales siguientes: Aritmética (1795), Cosmografía (1796) y Trigonometría esférica (1796). No obstante, su obra principal fue el *Curso de Estudios Elementales de Marina*, estructurada en cuatro capítulos: Aritmética, Geometría, Cosmografía y Pilotaje; aunque en un principio pensara incluir dos más: Maniobra, Artillería y Táctica. La obra se estuvo reeditando desde su aparición (1803) hasta el año 1873. Otra de sus publicaciones, con la que incrementó su reputación científica, fue la reimpresión del Examen Marítimo de Jorge Juan; incluyendo en la introducción del mismo el comentario que sigue: «Para facilitar la inteligencia de la Obra a los principiantes, que supongo bien impuestos en la geometría y trigonometría elementales, diestros en la resolución de las ecuaciones de primero, segundo y tercer grado, y familiarizados con las principales propiedades de las secciones cónicas tratadas por el método algebraico, empiezo con. una exposición de los principios generales á que me referiré en lo sucesivo». Es cierto que Ciscar gozaba ya de gran prestigio, desde que en el mismo año 1803 se publicase su libro *Explicación de varios métodos gráficos, para corregir las distancias lunares con la aproximación necesaria para determinar las longitudes en el mar, y para resolver otros problemas interesantes de astronomía náutica*, un trabajo que había ultimado dos atrás en Cartagena y que había dedicado a M. Godoy, Generalísimo del ejército y armada de S.M. católica, Coronel General de los regimientos suizos &c.&c.


CURSO
DE ESTUDIOS ELEMENTALES
DE MARINA,
ESCRITO DE ÓRDEN DE S. M.
POR DON GABRIEL CISCÁR,
siendo Capitan de Navío de la Real Armada, y reimpreso por disposicion y á expensas del Real Consulado de Mallorca, para el uso de los alumnos de su Escuela de Navegacion.
TOMO III.
QUE CONTIENE EL TRATADO DE COSMOGRAFÍA.
PALMA EN LA IMPRENTA REAL
AÑO DE 1811.


CURSO
DE ESTUDIOS ELEMENTALES
DE MARINA,
ESCRITO DE ÓRDEN DE S. M.
POR DON GABRIEL CISCÁR,
siendo Capitan de Navío de la Real Armada, y reimpreso por disposicion y á expensas del Real Consulado de Mallorca, para el uso de los alumnos de su Escuela de Navegacion.
TOMO IV.
QUE CONTIENE EL TRATADO DE PILOTAGE.
PALMA EN LA IMPRENTA REAL
AÑO DE 1811.

EXPLICACION

DE VARIOS MÉTODOS GRÁFICOS,

PARA CORREGIR LAS DISTANCIAS LUNARES

CON LA APROXÍMACION NECESARIA

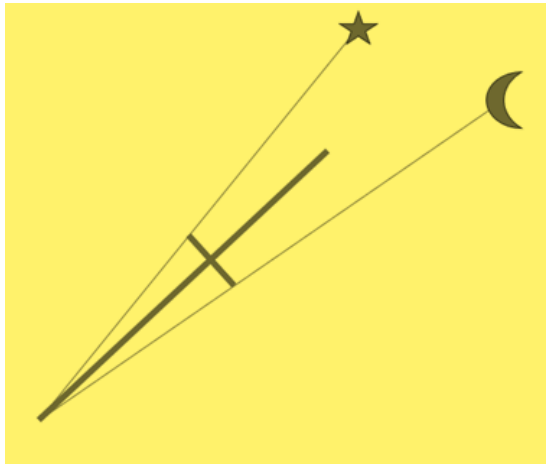
PARA DETERMINAR LAS LONGITUDES EN LA MAR, Y PARA RESOLVER OTROS PROBLEMAS INTERESANTES DE LA ASTRONOMÍA NÁUTICA.

POR DON GABRIEL CISCAR,

CAPITAN DE NAVIO DE LA REAL ARMADA.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL

AÑO DE 1803.



El libro fue esencialmente didáctico, puesto que cada uno de sus nueve capítulos fue acompañado por una serie de ejercicios (con su enunciado y resolución), en los que hizo patente sus conocimientos astronómicos: I) Explicación de las escalas que permiten corregir las alturas observadas de los astros; II) Explicación de las escalas que sirven para corregir las distancias entre la Luna y las estrellas; III) Método gráfico para corregirlas distancias lunares, cuando se han observado ambos astros; IV) Método gráfico para corregir las distancias lunares cuando se dispone de un «reloj arreglado»; V) Resolución gráfica de los problemas propios dela trigonometría esférica; VI) Resolución gráfica de algunos problemas que pertenecen a las fórmulas diferenciales; VII) Explicación de los métodos gráficos para determinar las cinco o seis correcciones menores que han de aplicarse a las distancias lunares; VIII) Métodos para disminuir los defectos del estampado (asociados a la humedad y sequedad del papel) y verificar los instrumentos; IX) De los principios en que se funda la construcción de las escalas, y de algunas mejoras que pueden hacerse en ellas. Las peculiaridades de las observaciones propias de la astronomía náutica, fueron expuestas con toda claridad en la introducción: «los astrónomos terrestres insisten sobre un piso sólido y estable…y tal vez difieren el

Logotipo del Bureau International de Poids et Mesures. La Ciencia sostiene el metro, custodiada por Mercurio (con un mapa, un compás y un globo terrestre) y una alegoría de la Tecnología (con una rueda, un martillo, un yunque y un engranaje). metpΩ xpΩ (uso de la medición)

cálculo para cuando se hallan libres de ocupación y con la cabeza despejada…Las observaciones marinas se hacen sobre un cuerpo flotante, cuyas agitaciones son muy sensibles aún en los tiempos más calmosos, y obligan al observador a tomar precauciones para no ser arrojado violentamente contra el costado del buque en tiempo de borrasca».

G. Ciscar recopiló durante su estancia en París valiosa información metrológica, que le permitió redactar a su vuelta (en 1800) un valioso documento, dando cuenta del novedoso sistema que se pretendía instaurar: Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundadas en la naturaleza; firmándolo como Capitán de Navío de la Real Armada y Miembro de la Comisión de Pesos y Medidas del Instituto Nacional de Francia, por parte de S.M.C. (Su Majestad Católica). La Memoria se dividió en cinco capítulos, acompañados de anexos y de las tablas que mostraban las equivalencias entre las unidades antropométricas clásicas y las que se pretendían introducir. En el primero se realizó una brillante introducción sobre el origen e imperfección de las medidas y pesas actuales; en el segundo se expuso el nuevo sistema de medidas y pesos decimales; el tercero daba a conocer la nueva nomenclatura métrica de los franceses y las razones que había para sustituirla por otra castellana; el cuarto justificaba la adopción del nuevo sistema; refutándose en el

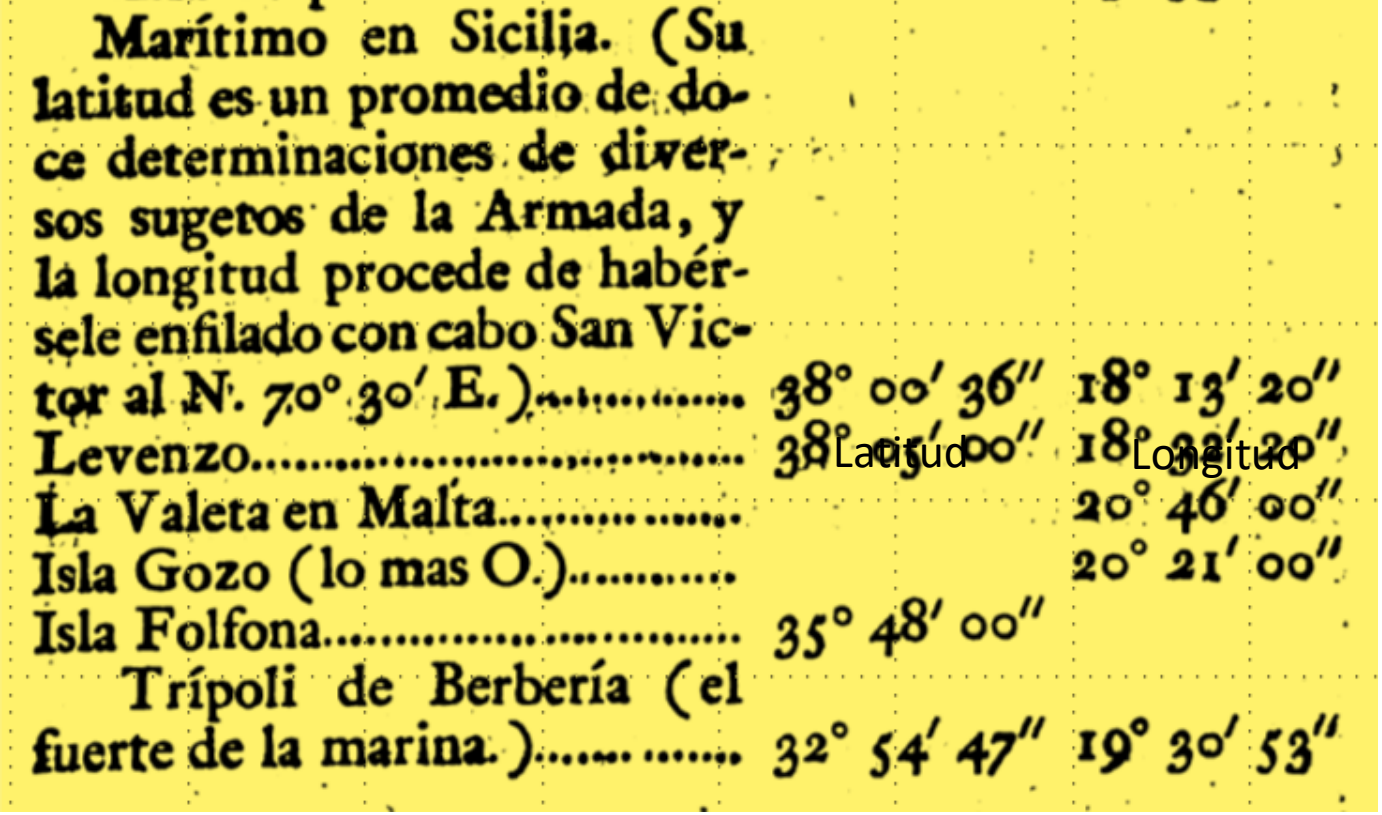
quinto las objeciones a este, a la vez se apuntaban los modos en que se podía facilitar su introducción.

Es cuando menos sorprendente que Ciscar pretendiera, en cierto modo, mantener los nombres de los patrones clásicos españoles, a la vez que introducía nuevos vocablos en sustitución de los franceses. He aquí algunos ejemplos: «El *gradil* o grado decimal se considera dividido en cien minutos primeros, que pudieran llamarse *primeriles*: y cada primeril o minuto decimal se considera dividido en cien *segundiles* segundos decimales» (Advertencias preliminares). «La diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre, que los franceses llaman *metro*, y nosotros llamaremos *medidera* o vara decimal, es el principio de donde se derivan todas las nuevas medidas; y la cantidad de agua destilada contenida en el cubo de una décima de dicha vara es el término general de comparación para las pesadas. Los franceses llaman *kiliograma* á la expresada unidad fundamental de los pesos, que nosotros designaremos con el nombre de *unal* ó *libra decimal*» (Introducción). G. Ciscar valoraba muy positivamente el nuevo sistema, cuando afirmaba: «No hay duda en que las denominaciones derivadas del griego y del latín manifiestan la naturaleza de las nuevas unidades con elegancia y precisión. Pero estas ventajas, tan apreciables para los sujetos instruidos, dejan de serlo para el pueblo, tomando esta palabra con toda su extensión. La ignorancia presuntuosa toma desde luego el partido de ridiculizar la introducción de las voces nuevas y desconocidas, para desquitarse anticipadamente de la crítica a que puede exponerle su mala aplicación». Sin embargo, estaba convencido también de la bondad de las españolas: «...después de las medidas naturales, las medidas españolas merecían la preferencia sobre todas las demás usadas en Europa».

Nombres adoptados por los Franceses.	*Nombres castellanos correspondientes.*
Miriámetro.....	Legua decimal.
Kiliómetro.....	Milla decimal.
Hectómetro.....	Centena de varas.
Decámetro.....	Decena de varas.
Metro.....	Vara ó medidera.
Decímetro.....	Décima.
Centímetro.....	Céntima.
Milímetro.....	Mílima.
Decimilímetro...	Decimílima.
Centimilímetro.	Centimílima.

Parecería como si Ciscar no se hubiese percatado de que el Sistema Métrico Decimal pretendía romper con todos los patrones pretéritos, a los que los revolucionarios consideraban monárquicos, dando a las nuevas un carácter universal. Más de veinte años después (1821),publicó G. Ciscar la segunda parte de su obra metrológica: *Apuntes sobre Medidas, Pesos y Monedas*; estructurada en dieciocho capítulos. En el primero de ellos se refirió a la prolongación del Meridiano de Francia hasta la isla de Formentera, que resultó básica para la correcta evaluación del metro. En esta ocasión parece observarse menor fervor por el Sistema Métrico Decimal, llegando a criticar abiertamente la graduación centesimal de la circunferencia en el capítulo segundo; atendiendo a los inconvenientes de su empleo en las observaciones astronómicas, indefectiblemente ligadas a la graduación sexagesimal. El capítulo cuarto comienza con una sugerencia que resultaba un tanto contradictoria, rezaba así: «Haciendo en la vara de Burgos, tan conocida en Castilla, y de la cual se hace uso en todos los arsenales y fábricas de la Armada , la ligera diminución de una línea y dos décimos de punto, propuesta por primera vez en la Memoria publicada en el Almanaque náutico de 1810 , impreso en 1807, se lograría una vara tan natural como el metro o medidera de los franceses; pues que estaría comprendida doce millones de veces en el cuadrante del meridiano terrestre, así como el metro está comprendido diez millones de veces en dicho arco, que es la cuarta parte del perímetro del meridiano». El colofón de esta segunda aportación es una tabla en la que relacionan entre sí a las unidades geográficas y náuticas con la vara, la braza y el pie.

Expresiones geográficas y náuticas.	Brazas.	Varas.	Pies.
Una vuelta de la tierra.	24 millones.	48 millones.	144 millones.
El cuadrante ó distancia del ecuador al polo.	6 millones.	12 millones.	36 millones.
El grado de 90 en el cuadrante. . . .	66666'6 &c., esto es, 66666 y $\frac{6}{9}$, ó 4 pies.	133333'3 &c., esto es, 133333 y $\frac{3}{9}$, ó 1 pie.	Cuatrocientos mil.

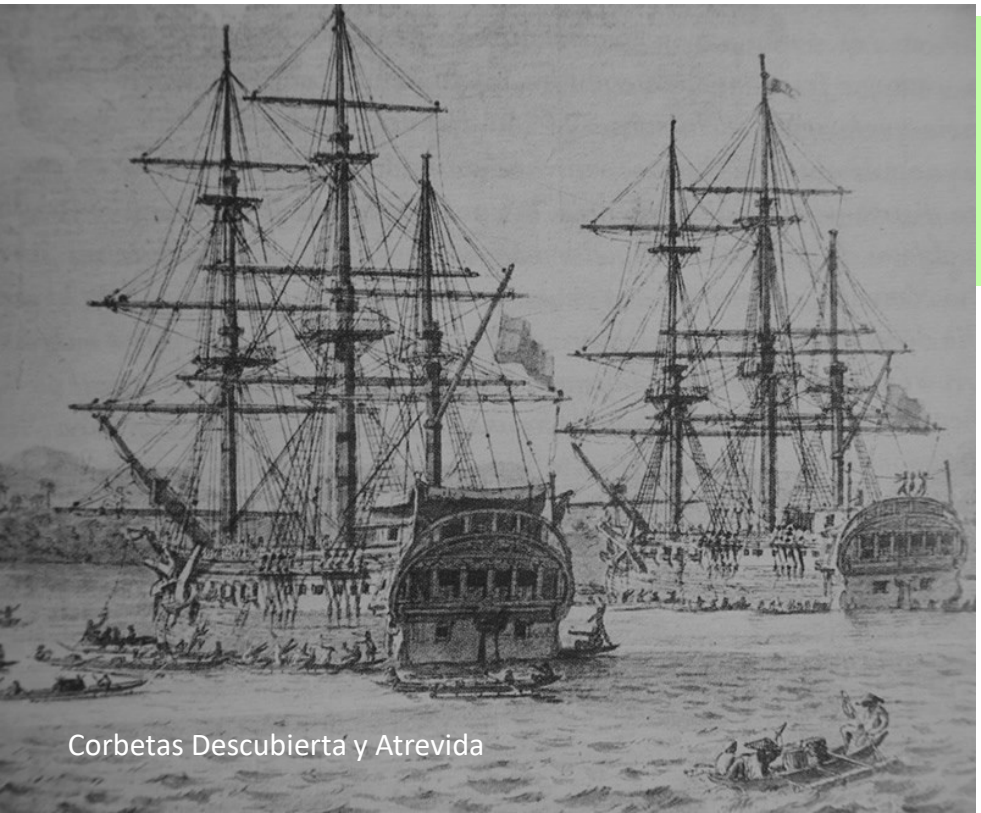


	Latitud	Longitud
Marítimo en Sicilia. (Su latitud es un promedio de doce determinaciones de diversos sugetos de la Armada, y la longitud procede de habérsele enfilado con cabo San Victor al N. 70° 30′ E.)	38° 00′ 36″	18° 13′ 20″
Levenzo	38° 15′ 00″	18° 32′ 20″
La Valeta en Malta		20° 46′ 00″
Isla Gozo (lo mas O.)		20° 21′ 00″
Isla Folfona	35° 48′ 00″	
Trípoli de Berbería (el fuerte de la marina.)	32° 54′ 47″	19° 30′ 53″

G. Ciscar realizó asimismo tareas geodésicas dignas de atención, tanto como observador como calculador, las cuales figuran en la recopilación: *Memorias sobre las observaciones hechas por los navegantes españoles en distintos lugares del globo las cuales han servido de fundamento para la formación de las cartas de marear publicadas por la dirección de Trabajos Hidrográficos de Madrid*; firmadas por José Espinosa Tello (1763-1815) en 1809, como jefe de escuadra y primer director de dicho establecimiento. Las observaciones las efectuó Ciscar durante los meses de febrero y abril de 1796, cuando ya era brigadier y viajaba, a bordo de la fragata S.M. la Soledad, desde Cartagena a Trípoli. El objetivo de las mismas era fijar la posición de varios cabos e islas al Sur de Cerdeña y al Oeste de Sicilia, así como la fortaleza de Tripoli. Las latitudes las obtuvo observando las alturas meridianas del Sol, con un sextante; y las longitudes, con relación al meridiano de Cádiz, mediante un cronómetro construido por John Arnold (1736 - 1799), cuyo estado no varió en los dos meses que duró la campaña.

Los cálculos efectuados por G. Ciscar fueron esencialmente gravimétricos, pues se refirieron a las observaciones pendulares llevadas a cabo por los tenientes de navío José Espinosa y Ciriaco Cevallos Neto (1764-1816), miembros de la expedición comandada por Alejandro Malaspina (1754-1810); el cual había recibido el 22 de diciembre de 1790 la Real orden de ejecutar observaciones con el péndulo de segundos, « en lugares convenientes, para que

comparadas con las que han de verificarse en aquel reino (se refería a Francia), pudieran perfeccionar los conocimientos actuales sobre la verdadera figura de la Tierra, determinando si el hemisferio meridional es más aplanado». Comentaba luego Espinosa que las experiencias las hicieron siempre tres operadores: dos contaban el número de oscilaciones del péndulo simple durante una hora, mientras el tercero atendía el reloj del Observatorio, y apuntaba el segundo de tiempo en que oía la voz del que cantaba el péndulo simple. «El practicarlas con la mayor exactitud ha estado en nuestra mano, pero para sacar consecuencias de estas observaciones delicadas se requería que las manejase un matemático profundo. Por esto recurrimos al Brigadier Don Gabriel de Ciscar, quien por un efecto de su amor a las ciencias y de la amistad que nos une, ha tenido la condescendencia de calcular dichas observaciones, y sacar de ellas los resultados que contiene el escrito que ponemos a continuación».



Corbetas Descubierta y Atrevida

Conseqüencias que se deducen de las observaciones hechas con el péndulo invariable. Por Don Gabriel de Ciscar, Brigadier de la Real Armada.

Los cálculos que serán referidos a continuación forman parte del Apéndice III: *Experiencias sobre la gravedad hechas con un péndulo invariable en los puertos de Europa, América y Asia, mar Pacífico y Nueva Holanda en el viaje de las corbetas Descubierta y Atrevida*, el cual se incluyó al final de la Memoria segunda: *Observaciones practicadas en las costas del continente de América…con un apéndice en el que se da razón de varias observaciones astronómicas y físicas*

hechas en un viaje por el interior de América meridional, y de las ejecutadas en ambos hemisferios con un péndulo invariable.

G. Ciscar vació los resultados obtenidos en seis tablas, cuyas dos primeras columnas fueron idénticas, por identificar las estaciones de observación con sus correspondientes latitudes. En la primera expuso el número de oscilaciones calculadas y observadas, suponiendo que el aplanamiento era de 1/336 y que el péndulo oscilaba 3607 veces por hora; la segunda listaba datos análogos para un aplanamiento de 1/321 y 3607.02 oscilaciones por hora; la tercera daba los valores de la longitud del péndulo que batía segundos, supuesto un achatamiento de 1/336, partiendo de que la longitud de ese péndulo en el ecuador era de 439.21 líneas del pie de París (la cual había sido deducida por P. Bouguer); en la cuarta procedió de manera análoga pero con una achatamiento de 1/321, en la quinta se detallaron los valores de la gravedad calculados y observados, según un aplanamiento de 1/236 y las observaciones hechas con un péndulo invariable, tomando por unidad la que se experimenta en el ecuador; en la sexta se repitieron los mismos cálculos, pero considerando un aplanamiento polar de 1/221.

Ciscar manifestaba acto seguido que las observaciones más apropiadas para calcular el achatamiento son las hechas en el ecuador y «en latitudes muy crecidas», pues la exactitud de la determinación aumenta con el cuadrado del seno de la latitud del lugar en que se hizo.

Hemisferio boreal

Lugares.	Latitudes.
Mulgrave	59° 33′
Nutka	49° 35′
Monterey	36° 36′
Cádiz	36° 32′
Macao	23° 12′
Acapulco	16° 50′
Manila	14° 36′
Umatag	13° 18′
Zamboanga	6° 55′
Equador	00° 00′

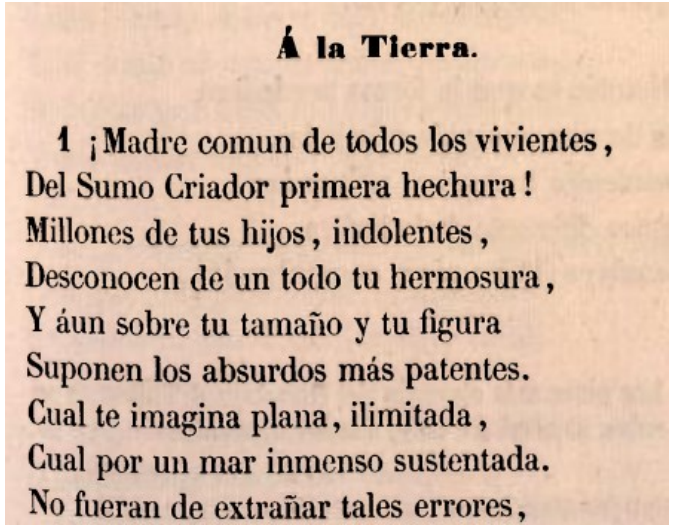
Hemisferio austral

Puerto Egmont.	51° 21′
Santa Elena	44° 30′
Concepcion	36° 42′
Montevideo	34° 55′
Puerto Jakson	33° 51′
Isla Babao	18° 39′
Lima	12° 05′
Equador	00° 00′

«En atención a esto, cuando se trata de determinar el aplanamiento comparando la observación hecha en el ecuador con las correspondientes a otras latitudes, parece conforme a las reglas de la probabilidad deducir el promedio, dando a cada una de dichas observaciones un influjo proporcional al cuadrado del seno de la latitud en que se ha hecho». Ciscar aclaró el sentido de sus cálculos en el apéndice *Exposición de los principios que han servido de base para calcular las observaciones hechas con el péndulo invariable.* Evidenciando en el mismo su pericia en el uso de los logaritmos y que había estudiado La Mecánica de P. S. Laplace, de hecho la tuvo en cuenta al explicar como *Determinar el aplanamiento correspondiente a las observaciones*; aclarando la cuestión con la inclusión de ejemplos (Mulgrave y Nutka). Esta aportación gravimétrica, poco divulgada, de Ciscar fue concluida el 7 de noviembre de 1807 en la localidad murciana de Cartagena.

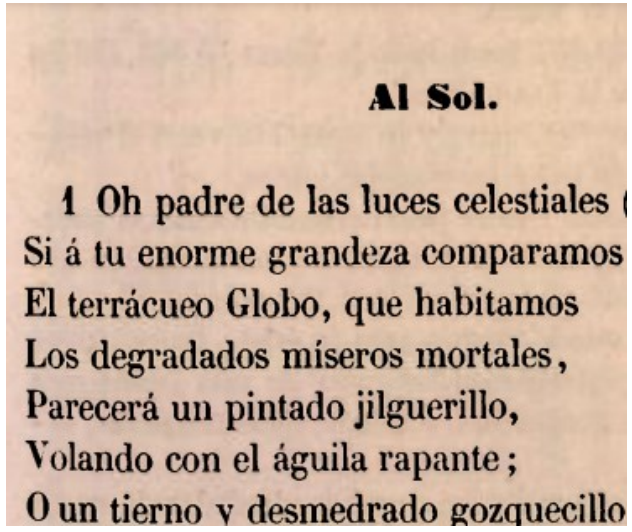
Esta no fue la única aportación gravimétrica de Ciscar, pues ya había efectuado en 1800 una determinación absoluta de la gravedad en Madrid, con un equipo de cuatro péndulos traídos al efecto desde París. El valor obtenido g = 980.4486 $cm.s^{-2}$; se reprodujo en numerosas ocasiones (al menos hasta el año 1967) gracias a que fue incluido en las Tablas de logaritmos confeccionadas por el matemático Vicente Vázquez Queipo (1804-1893). Ciscar llegó incluso a evaluar la verdadera longitud del péndulo simple que batía segundos, tal como reconoció en su momento Joaquín Barraquer y Rovira (1834-1906), aunque añadiera acto seguido que solo podía aceptarse como «una curiosa noticia, sin los requisitos propios de un resultado de observaciones».

Cuando se hallaba refugiado en Gibraltar, escribió G. Ciscar una especie de testamento científico, al que denominó Poema Físico-Astronómico; el cual dedicó a Sir Arthur Wellesley (1769-1862), más conocido como Duque de Wellington, como muestra de agradecimiento «por haberle proporcionado lo necesario para vivir desahogadamente». La composición, firmada el 31 de mayo de 1828, constó de una introducción y siete cantos: I) A la Tierra, II) A sus movimientos de rotación y traslación, III) Al Sol, IV) A las Estrellas fijas, V) A los planetas primarios y cometas, VI) A la Luna, VII) A los planetas secundarios o satélites. Comentaba Ciscar en su prólogo que los que se tomaran el trabajo de leerla, «se convencerán de que es error craso el afirmar que *no hay antípodas*: de que no *son bárbaros que hablan sin prueba los que dicen que el cielo se extiende por debajo de la Tierra: de que no se hacen sospechosos de herejía los que creen que es redonda*: de que la opinión de su movimiento giratorio, lejos de ser impía y absurda, es una verdad demostrada: de que los diablos no mueven las tempestades: de que las *auroras boreales* no son combates de ángeles con espíritus malignos: de que los *fuegos fatuos*, que suelen verse en los sepulcros, no son las almas de los muertos: de que los volcanes no son bocas del infierno: de que pueden aparecer *meteoros* luminosos de todas formas, sin excluir las de cruces; etc.»



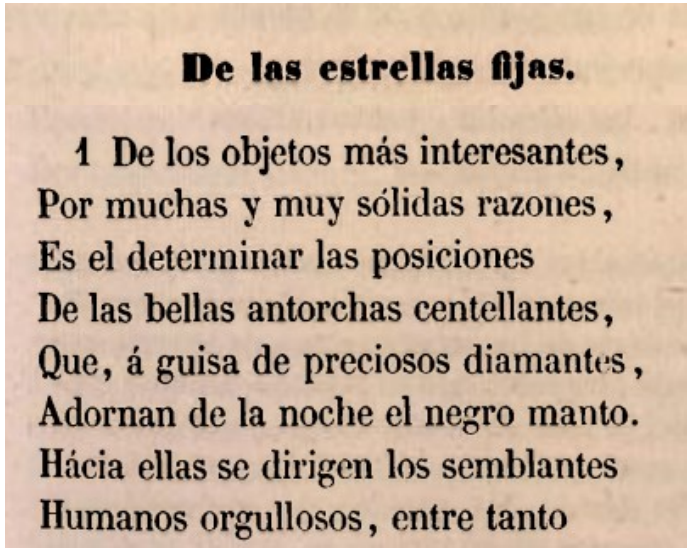
Á la Tierra.

1 ¡Madre comun de todos los vivientes,
Del Sumo Criador primera hechura!
Millones de tus hijos, indolentes,
Desconocen de un todo tu hermosura,
Y áun sobre tu tamaño y tu figura
Suponen los absurdos más patentes.
Cual te imagina plana, ilimitada,
Cual por un mar inmenso sustentada.
No fueran de extrañar tales errores,



Al Sol.

1 Oh padre de las luces celestiales
Si á tu enorme grandeza comparamos
El terrácueo Globo, que habitamos
Los degradados míseros mortales,
Parecerá un pintado jilguerillo,
Volando con el águila rapante;
O un tierno y desmedrado gozquecillo



De las estrellas fijas.

1 De los objetos más interesantes,
Por muchas y muy sólidas razones,
Es el determinar las posiciones
De las bellas antorchas centellantes,
Que, á guisa de preciosos diamantes,
Adornan de la noche el negro manto.
Hácia ellas se dirigen los semblantes
Humanos orgullosos, entre tanto

Simón de Rojas Clemente y Rubio (1777-1827)

Sobresaliente botánico valenciano, conocido con el sobre nombre del moro sabio, el cual comprobó topográficamente que la altitud del Mulhacén era mayor que la del Veleta. Simón de Rojas Clemente y Rubio nació en Titaguas, sus primeros estudios los realizó en Segorbe, trasladándose en 1791 a Valencia para estudiar filosofía, logrando el grado de Maestro en Artes. Más adelante los completó con los teológicos, doctorándose en esa disciplina, y con otros de música y lenguas (griego, latín y hebreo). Finalizados estos, se estableció en Madrid, con la intención de hacerse profesor del Seminario de Nobles; acabando como sustituto de las cátedras de hebreo, lógica y ética en el Colegio San Isidro. Con la llegada del nuevo siglo, decidió cambiar de actividad, matriculándose en unos cursos de botánica, mineralogía y química, impartidos en el Real Jardín Botánico; despertándose entonces su interés por las ciencias de la naturaleza, que mantendría el resto de su vida. Por entonces (1802) coincidió Clemente con Domingo Badía Leblich, un orientalista aventurero que pretendía

recorrer el norte de África y que lo invitó a que cumpliese con él el mandato de Godoy. Como la misión era secreta, ambos deberían pasar por musulmanes, de ahí que fuesen circuncidados y adoptasen nombres árabes, realizando los demás preparativos en Francia e Inglaterra. Desde allí zarparían rumbo a Cádiz, allí debió de producirse algún desencuentro entre ambos, ya que Badía emprendió la expedición en solitario. Clemente permaneció en la capital gaditana, con el nombre de Mohamed ben Alí, ganándose la vida como el moro sabio que sanaba las dolencias de las mujeres con plantas medicinales; al mismo tiempo que trataba de evitar «el acoso de los varones apostólicos empeñados en bautizarle en la fe católica»*. Deseoso de cambiar de estatus y recordando también su amor por la naturaleza, Clemente pidió, al parecer, y consiguió del gobierno la ayuda necesaria para analizar los recursos del Reino de Granada (Almería, Granada y Málaga); tal como se indica en la reseña que se cita a pie de página, « Antes de emprender el viaje abandonó su disfraz, compareciendo como cristiano en Granada, pero conservando el bigote y la barba y llevando a mano la vestimenta oriental». El 5 de marzo de 1804 comenzó sus trabajos de recopilación y el 6 de octubre de 1805 concluyeron, marchando entonces a Madrid, ya que en el pasado mes de julio había sido nombrado Bibliotecario del Real Jardín Botánico, con rango de profesor. El resultado de todos sus trabajos de campo fue recogido en ocho tomos manuscritos por el autor, conservados en los archivos de dicha institución. En ellos se distinguen varias áreas de conocimiento, a saber: *Geología y relieve* (descripción de sierras, valles, formaciones rocosas, minerales y suelos, con especial atención a zonas como Sierra Nevada, las Alpujarras y el litoral de Almería); *Botánica* (inventario detallado de la flora silvestre y cultivada, incluyendo la distribución de especies según la altitud, clima y tipo de suelo. Este aspecto constituye uno de los núcleos científicos más importantes del manuscrito);

* Reseña sobre el protagonista en la Real Academia de la Historia.

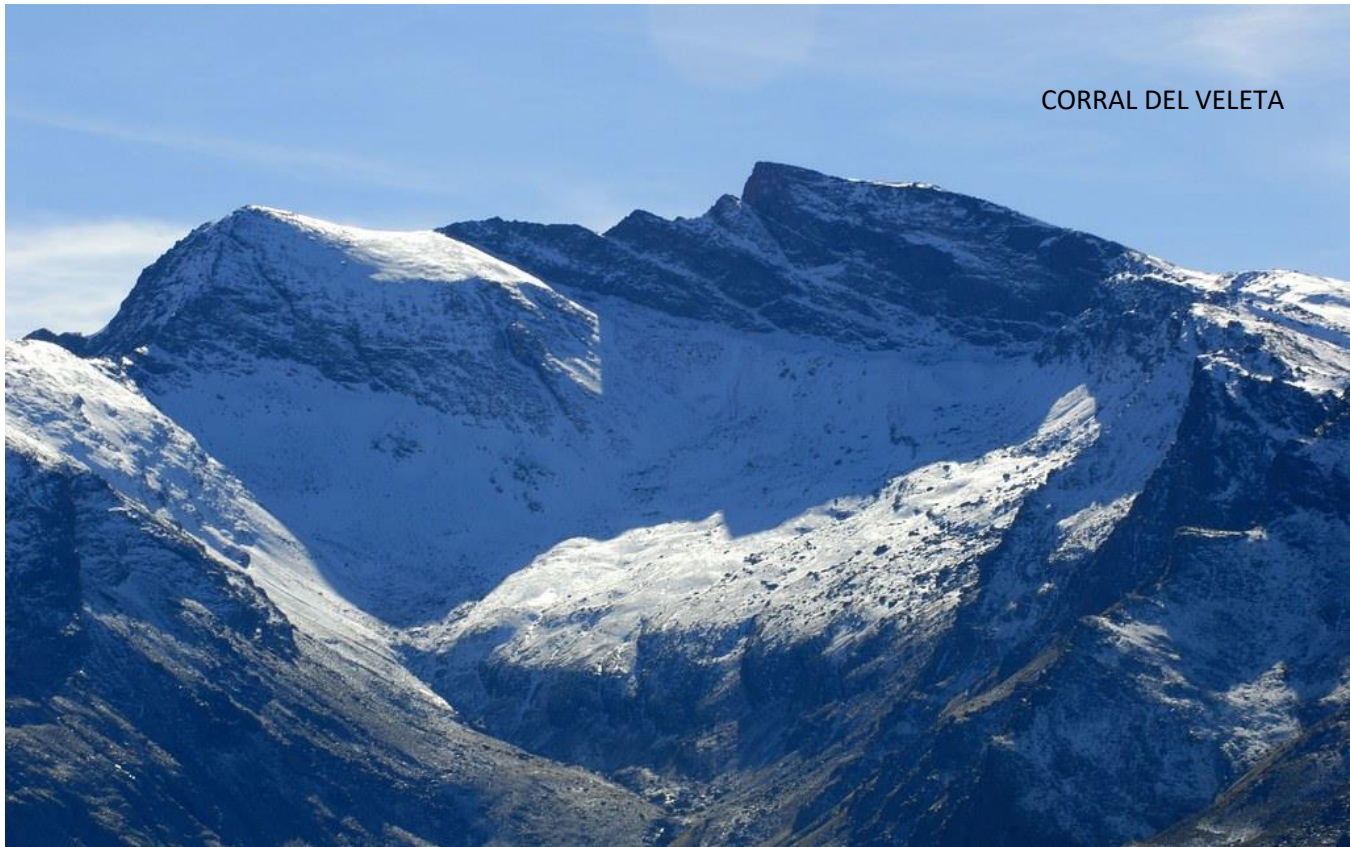
Agricultura y aprovechamiento del territorio (análisis de cultivos, sistemas de riego, productividad agraria y adaptación de las plantas al medio. Clemente buscaba relacionar las características ambientales con el rendimiento agrícola, anticipando cuestiones propias de la ecología aplicada); *Climatología y ecología* (observaciones sobre microclimas, distribución de la vegetación y relaciones entre clima, suelo y biodiversidad*; Recursos naturales y economía* (estudio de minas, canteras, bosques, pastos y otros recursos con interés económico para la administración ilustrada).

El monumento fue diseñado por el escultor José Grajera en 1864, a propuesta del entonces director del Jardín Botánico Mariano de la Paz Graells, si bien durante la Guerra Civil fue destruido, por lo que la obra actual es una réplica debida a Carlos Ferreira de la Torre de 1998.

Muchos han sido los investigadores que han estudiado esa obra de Clemente, de entre los que cabe destacar a Maria del Carmen Quesada Ochoa y a Fernando Martín Polo, en tanto que ambos fueron autores de sendas tesis doctorales sobre el personaje; leída la de la primera en la Universidad de Granada (1992) y la del segundo en la Universidad de Barcelona (2010). La importancia histórica de la primera fue evidente, como se deduce de su título: Estudio y transcripción de "La historia natural del reino de Granada" de Simón de Rojas Clemente y Rubio (1777-1827); transcripción que ofrece la Universidad de Granada en Digiburg UGR. De entre sus conclusiones, se destaca la siguiente: «6ª.- La

Historia Natural del Reino de Granada incluye entre sus páginas la nivelación altitudinal de las sierras granadinas, siendo especialmente detallada la correspondiente a Sierra Nevada. Esta nivelación está acompañada del inventariado de la vegetación por zonas estratificadas sucesivas en altitud. Cada inventario se efectuó para 50 varas de amplitud; la finalidad de este exhaustivo reconocimiento fue comprobar las variaciones de la vegetación según el desplazamiento altitudinal». A ese importante estudio altimétrico se dedicará la última parte de la presente reseña. La segunda tesis se tituló *Simón de Rojas Clemente y Rubio. Vida y Obra. El compromiso ilustrado;* dándose la circunstancia de que su autor también nació en Titaguas. Más centrada en aspectos personales que en su producción científica, incluye en uno de los apartados del Capítulo X, detalles sustanciales del proceso inquisitorial a que fue sometido Clemente, tras ser denunciado por el cura de su pueblo*.

Clemente prestó especial atención al reconocimiento y descripción del relieve, en un territorio tan montañoso como el del antiguo Reino de Granada. El recorrido por algunas zonas, especialmente agrestes, no estuvo exento de dificultades, como puede constatarse en algunos comentarios redactado por el propio autor en su diario de operaciones. Buena prueba de ello es el relato que hizo de la ascensión al Veleta, desde su corral: « El día 24 a las 8 de la mañana salimos de la Mata barranco arriba y hollando un montón inmenso de ruinas nos metimos en el corral de Veleta al que sólo se puede entrar con


CORRAL DEL VELETA

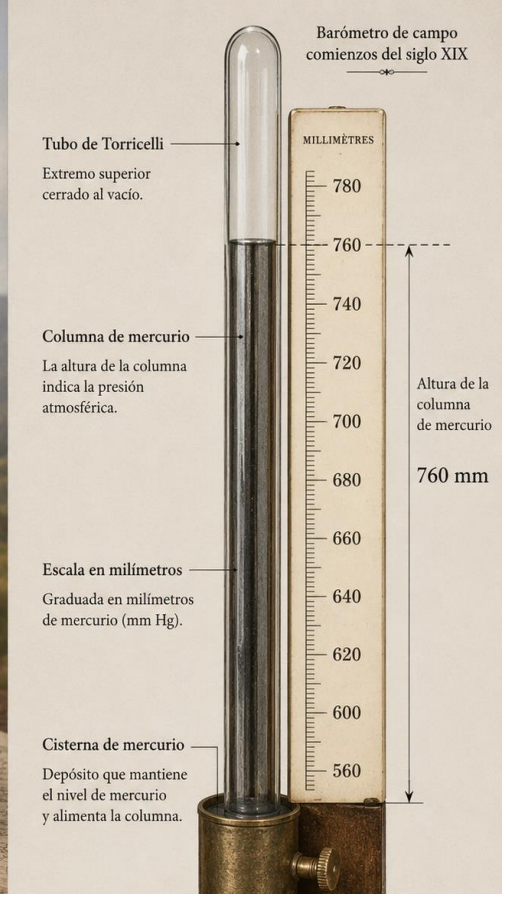
*Uno de los motivos fue haber abandonado el confesionario sin recibir la absolución.

alguna facilidad por esta parte de Levante; pues en el resto está rodeado por los altísimos cortes del Picacho de Veleta y del de los Machos por el S. Paseamos el corral a sabor por las estrechas sendas y claros que dejan las manchas perpetuas de nieve que lo cubren; ¿ pero como subir al Pico? nos pareció que al N. hallaríamos donde asirnos por entre unas quiebras que interrumpían el tajo: por sobre la nieve caminamos para ponernos al pie del sitio elegido y comenzamos a trepar: tres veces temimos perecer allí: mi guía temía más que la muerte el modo de morir a lo perro: hubiéramos vuelto atrás regularmente sin la convicción de que en tales riesgos es mucho más difícil bajar que subir: por otra parte nos parecía imposible seguir hasta arriba aunque la cumbre debía ya estar cerca; el último paso terrible no se hubiera dado sin unas yerbas que le cubrían; pero tan tiernas que probabilísimamente no podrían sostener nuestros cuerpos: sin embargo los sostuvieron tres veces en que sin más apoyo hicimos impulso para arrastrarnos hacia arriba, y nos hallamos muy pronto al lado de un largo cerro de nieve alto unas 24 varas que ocupa la altura, entre el cual y el tajo paseamos un magnífico paseo hacia lo más alto del pico, con la satisfacción de haber salvado nuestras vidas, mochila y cartapacio de plantas que iba lleno de preciosidades parte cogidas en el mismo tajo y que estuvo dos veces en el aire. A la una y media estábamos en el Pico junto a una cruz sustituida de otra mejor que derribó el viento».

También merece la pena transcribir el ascenso al Mulhacén, partiendo del Cortijo de las Tomas (en el Término Municipal de Capileira), sobre todo por que en este relato de Clemente se citan la mayoría de las lagunas divisadas desde el techo peninsular: «El día 10 subimos en 3 horas y media desde el Cortijo de Las Tomas a la cima de Mulhacén: la niebla nos ocultó los objetos, excepto algunos muy vecinos como dos machos monteses que divisamos muy tranquilos más abajo a mitad del del corte que Mulhacén tiene al N. Entre la Laguna larga y la de la Caldera media el cerro que llaman del Juego de bolos y también Lomas del río seco. Sobre el Mulhacén también se veían como sobre el Veleta paredes o balates. La lagunilla del Majano está como medio cuarto de legua de la de la caldera en el mismo barranco de Poqueira o río de Mulhacén: al Majano le entra la misma agua que le sale. A la falda N. del Mulhacén hay otras lagunillas que llaman chorreras negras. A la falda de por este lado del N. del Mulhacén hay tres lagunas y otras 2 o tres más chicas todas muy poco distantes que llaman culo de Perro cuyas aguas van a parar al Barranco de entre Vélez que desagua en río grande. La laguna que de que antes hablamos suponiendo la Caldera es la de río seco distante un 1/4 de legua de la Caldera de la que la separa una cuerda».

Cortijo de las Tomas y lado norte del Mulhacén

Imagen de SIERRA NEVADA, captada el 1 de febrero de 2025, por la misión europea *Copernicus Sentinel-2*, la cual consta de dos satélites de órbita polar, con un desfase de 180º.



Las observaciones altimétricas practicadas por Simón de Rojas Clemente y Rubio en Sierra Nevada, fueron determinantes para el cabal conocimiento y evaluación de su relieve. Todas ellas fueron consignadas en La Historia Natural del Reino de Granada, anunciándolas en el tomo 2º de la misma, cuando al referir la Sierra de Lujar, señaló «la altura de esta sobre el nivel del mar (que va a medirse) podrá llegar a unas mil varas». Dos fueron los procedimientos empleados por Clemente: barométricos y geométricos. Se referirá en primer lugar la llamada nivelación barométrica, por ser el barómetro el instrumento de medida; con él se obtuvo el valor de la altitud absoluta, apoyándose en la variación de la presión atmosférica (marcada por la altura del mercurio incorporada al aparato) con la altitud. No hay constancia documental de la fórmula usada por el botánico para hallar el valor de la altitud sobre el nivel del mar, aunque es probable que eligiera la logarítmica que propuso el meteorólogo ginebrino Jean-André Deluc, a finales del siglo XVIII. La más conocida de Laplace, empleada universalmente, fue publicada poco tiempo después de que finalizaran los trabajos de Sierra Nevada*. Clemente dejó constancia en el tomo IV de su obra, de las observaciones barométricas efectuadas sobre la cumbre del Veleta el día 2 de agosto del año 1805, unas matutinas y otras vespertinas. En las primeras constató que la altura del mercurio del barómetro había sido de 19 pulgadas y 3 líneas; a una temperatura de 14 grados; en las de la tarde, la atura había alcanzado las

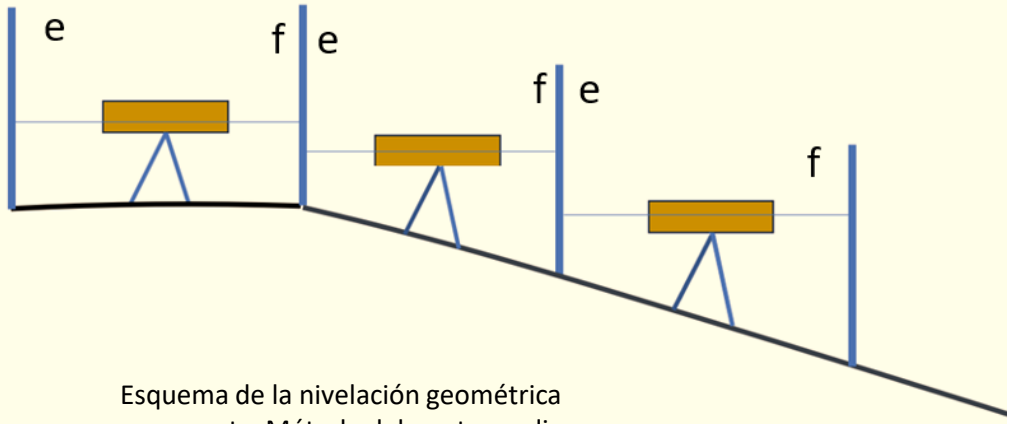
* En cualquier caso, Clemente estaría al tanto de una relación muy usada durante el siglo XVIII: una diferencia de una pulgada en la altura alcanzada por el mercurio equivaldría a una altitud de 900 pies, y otra de tan solo un milímetro a unos 10 u 11 metros. La dificultada inherente a las medidas antropométricas, dependientes del lugar y del tiempo, impide establecer con rigor la relación entre ellas, no obstante, se admite que un pie tiene 12 pulgadas, y cada pulgada 12 líneas. Se supone que el pie equivale aproximadamente a 30.5 cm.

19 pulgadas y 4 líneas, siendo la temperatura de 12 grados. Asimismo, indicó que en Granada se habían realizado otras similares: a las 12 horas (altura Hg 26 pulgadas y 2 líneas, a temperatura de 20. 5 grados) y a las 16 horas y 30 minutos (altura Hg 26 pulgadas y 2 líneas, a 25 grados). Teniéndoles presentes, dedujo Clemente que la altura del Veleta debería ser de 1333, usando los datos de las 12 horas, y de 1314 en función de los vespertinos; con la salvedad de que, una vez corregidas por los efectos de la temperatura, se transformarían respectivamente en 1373 y en 1393. Tales valores de la altura del Veleta, con relación a Granada y expresados en varas castellanas, resultarían ser de 3202 en el primer caso y de 3250 en el segundo, deduciéndose finalmente un valor medio de 3226 v. c. En el diario de Clemente, se indica para el día 3 de agosto: «Hoy seguimos bajando por lo alto de la loma del río Dílar, a la derecha de esta tuvimos luego a la vista la Dehesa de los Jerónimos»*.

Señal de Nivelación de Precisión NP 832 (Altitud de 689.121 m) en el *Plano de Granada de 1909* (fragmento de la hoja nº 6. Editado por la *Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico*, a escala 1/2000. Fue colocada al pie de la columna que soporta la imagen de la Virgen del Triunfo, circunscrita por una circunferencia roja y discontinua.

La nivelación geométrica , o por alturas, es el método topográfico ideal para obtener las altitudes relativas o

*Clemente no pudo fijar entonces la altitud del Veleta sobre el nivel del mar, por no conocer todavía la de Granada. En efecto, la primera señal de nivelación de precisión se colocaría más de cien años después *en el pedestal de la columna del Triunfo, en la plaza y paseo de ese nombre,* fijando su altitud en 689.121 m; valor que, expresado en varas castellanas de 0.835 m, sería de 825 v. c. aproximadamente. En el supuesto de que se hubiese hecho en aquel lugar la determinación de la altura barométrica, la altitud del Veleta sobre el nivel del mar hubiese sido de 4051 v.c.



Esquema de la nivelación geométrica compuesta. Método del punto medio

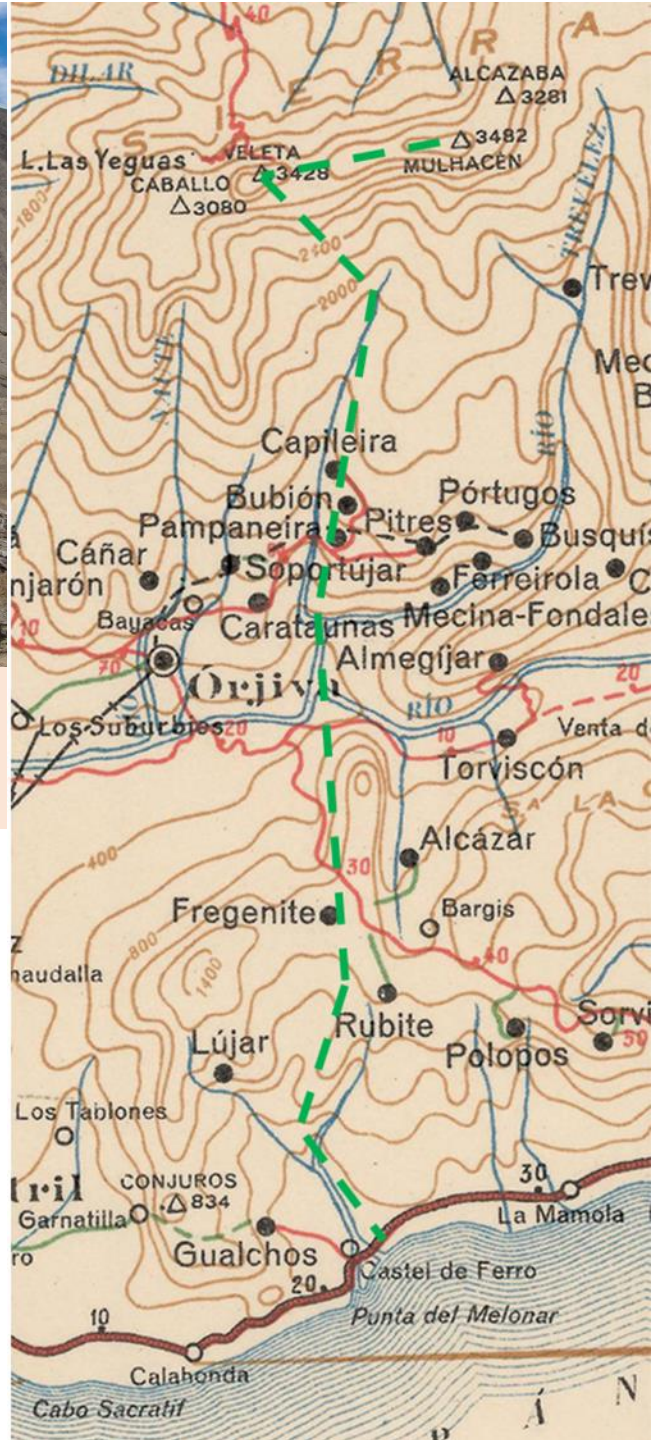
desniveles. El instrumento usado es el nivel o equialtímetro, junto a un par de miras metálicas rigurosamente graduadas. Para calcular el desnivel entre dos puntos dados, situados a distancia y con la disposición adecuada, se estaciona el nivel en el punto medio del segmento que determinan, y las miras verticales en sus extremos. Al divisar cada mira se proyecta sobre ella la cruz filar y se anota la lectura correspondiente al hilo central, de manera que el valor del desnivel sería igual a la diferencia de las lecturas obtenidas en la mira de cada extremo, generalmente la posición de los puntos involucrados es tal que no basta una sola nivelada. En esos supuestos ha de realizarse una nivelación compuesta, en la que se va obteniendo el desnivel tramo a tramo, determinando el pretendido como la diferencia entre la suma de las lecturas de frente y las de espalda; dos calificativos ligados al sentido de la marcha. Con el fin de aumentar la exactitud del resultado, se realizaban itinerarios de nivelación cerrados o de ida y vuelta. Simón de Rojas Clemente simplificó notablemente el procedimiento, recurriendo para ello a la nivelación hidrostática, basada en el empelo de un nivel de agua, acompañado de un par de niveletas o jalones graduados, provistos en su parte superior de un elemento de puntería. El modelo convencional del instrumento constaba de los tubos de vidrio pequeños, transparente y abiertos en su parte superior, conectados perpendicularmente por otro tubo metálico de mayor longitud con un dispositivo central para que se pudiese aplicar un trípode. Colocado el tubo en posición horizontal, sea llenaba de agua hasta que alcanzase una cierta altura en los tubos de vidrio, altura que sería idéntica por el principio de los vasos comunicantes, consecuencia directa del equilibrio hidrostático.

Nivel de agua convencional

Nivelación simple, por el método del punto extremo. Detalle de los dos vasos del nivel de agua

En los casos más sencillos el operador estacionaba el nivel en uno de los extremos del segmento a nivelar, desde el que divisaría la niveleta colocada en el otro, con su blanco móvil; el cual se iría desplazando siguiendo las indicaciones del citado operador, hasta que el centro del blanco estuviese en el plano horizontal materializado la altura alcanzada en los dos vasos. Una vez conseguida esa coincidencia, el valor del desnivel sería la diferencia entre la altura del instrumento y la de la niveleta. La imposibilidad de obtener el desnivel mediante una sola nivelada, obligaba a efectuar la nivelación compuesta. Así procedió Clemente al nivelar Sierra Nevada, proyectando y ejecutando un itinerario abierto cuyos extremos localizó en la cumbre del Mulhacén y en la playa de Castell de Ferro (Término Municipal de Gualchos). En un Apéndice de su Historia Natural del Reino de Granada figuran los datos de tan singular operación, referidos a las más de seiscientas niveladas que realizó; durante más de un mes, concretamente desde el 10 de agosto al 20 de septiembre de 1804. Clemente reprodujo las lecturas relativas a cada una de esas niveladas: indicando las del jalón de arriba (espalda) y las del jalón de abajo (frente);

mencionando ocasionalmente el topónimo del paraje por el que se encontraba nivelando: Cerro de Mulhacén, Veleta, Cerro de los Machos, Cerro de la Caldera, Tajos Altos, la Caldera y el final de la nieve. A partir de ese límite señaló: «Desde aquí se siguió la nivelación por un terreno muy seco y expuesto a los vientos hasta cerca de las 4 fuentes de Peñas Blancas. Hasta aquí había sido el terreno más o menos húmedo, excepto la bajada del Mulhacén hasta la Caldera, que tampoco está sequísima como lo que sigue». Otro de los topónimos incluidos en esa parte del relato fue verdaderamente llamativo, Cagada de Liebre, incluyendo mucho más adelante otros de connotaciones históricas, Cueva de Pedro y Juan, «junto a la Rambla de Lújar por donde pasamos». Clemente continuó nivelando por la Rambla hasta llegar a Castell de Ferro, « y se echaron todas las niveladas de unas cien varas», finalizando el itinerario en la playa, después de haber pasado por la Haza de las Granjas, junto a la Rambla.



Laguna de la Caldera y planta aproximada del itinerario de nivelación entre el Mulhacén y Castell de Ferro, efectuado por Simón de Rojas Clemente y Rubio, entre el 10 de agosto y el 20 de septiembre de 1804; se ha representado con línea verdea trazos.

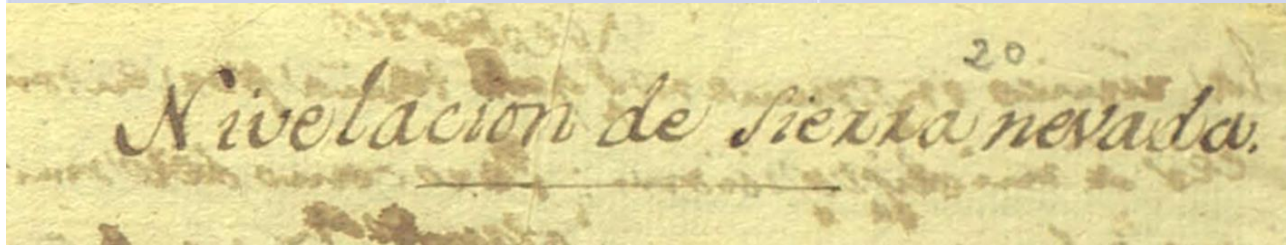
Finalizados los trabajos de campo, el primer cálculo de Clemente fue el de la altitud del Mulhacén, sobre el nivel del mar, fijándola en 4254 varas, 3 pulgadas y 5 líneas;

La vara de medir entre las plazas Grande y Chica de Zafra (Badajoz)

ante tales valores ha de colegirse que no era consciente del error asociado a ese tipo de trabajos; en los que no tiene sentido fijar un valor tan pretendidamente exacto. Al expresar la altitud usando unidades de tipo antropométrico, introdujo, sin proponérselo, la ambigüedad que las caracteriza; pues es sabido que no solo dependían del lugar, sino que también lo hacían del tiempo astronómico. Aunque pueda prestarse a confusión, ha de tenerse presente que si se supone que la vara castellana tiene tres pies y la toesa seis; parece natural deducir que la toesa tiene dos varas. Una relación no contemplada por Clemente, ya que para él una toesa tenía 7 pies o 2.33 varas; de modo que los pies, pulgadas y líneas forzosamente deberían ser distintos en uno y otro caso. En cuanto a la posible expresión de la altitud del Mulhacén en metros, es evidente por la equivalencia 1 toesa ≈ 1.949 metros; ha de resultar un valor próximo a los 3553 metros. Al haber optado por la vara castellana de 0.835, aunque no se dijera expresamente, la altitud resultante sería de unos 3552 metros. Teniendo en cuenta que la vara castellana también era llamada vara de Burgos (≈ 0.8159 m), en caso de haber elegido esa equivalencia, la altitud resultante hubiese sido de alrededor de 3471 metros, más próxima al valor admitido en la actualidad (3479 m). Acto seguido calculó una especie de nivelación radial que centró en la cumbre del Mulhacén, mostrando los desniveles con la misma de enclaves tan señalados como Veleta, Cerro de los Machos, Cerro de la Caldera, Laguna de la Caldera, Laguna del Majano y

y Sierra de Lújar, acompañándolos con sus respectivas altitudes sobre el nivel del mar. Aparte de estos, incluyó otros, como por ejemplo los existentes entre el Veleta y el Cerro de los Machos (≈106 v), Cerro de la Caldera y Tajos Altos (≈ 6 v), o entre las Lagunas de la Caldera y la del Majano.

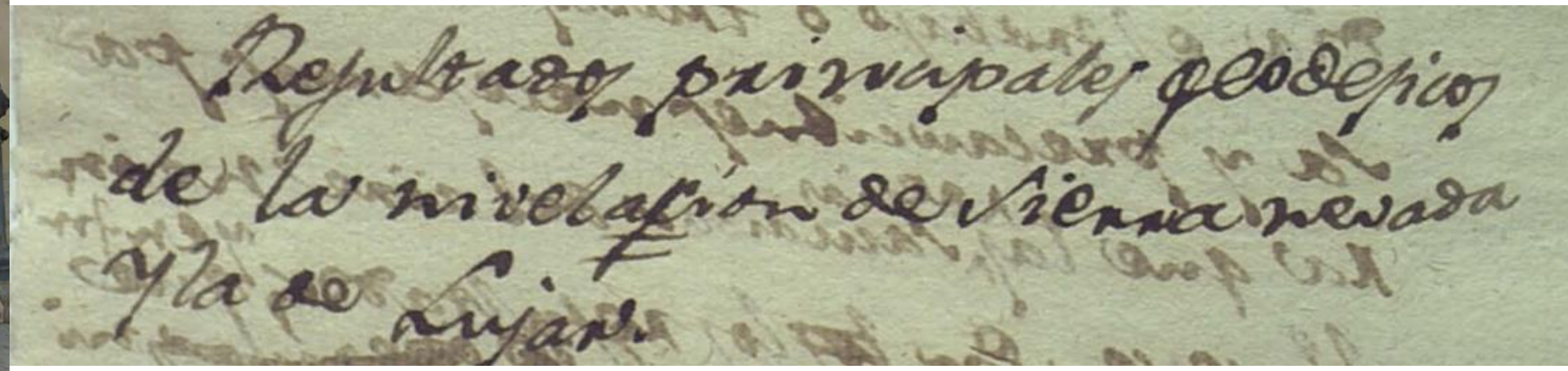
NIVELACIÓN RADIAL CENTRADA EN LA CUMBRE DEL MULHACÉN		
ENCLAVE	DESNIVEL (v)	ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR (v)
VELETA	101	4152
CERRO DE LOS MACHOS	207	4046
CERRO DE LA CALDERA	320	3936
LAGUNA DE LA CALDERA	564	3689
LAGUNA DEL MAJANO	697	3556
SIERRA DE LUJAR	1986	2267



De todo ese recorrido altimétrico dio cuenta Clemente en un Apéndice de la Historia Natural del Reino de Granada, al que tituló *Nivelación de Sierra Nevada*; una especie de memoria asociada a tan ambicioso proyecto. El documento es desordenado, repleto de tachaduras y de difícil lectura, aunque se haya logrado reproducir algunos comentarios transcritos a continuación. En primer lugar, se lamentaba Clemente de que apenas se contaba con información al respecto: «solo se disponía de dos observaciones barométricas hechas de prisa y sin cuidado». Añadiendo de inmediato, que «entre los varios instrumentos inventados o perfeccionados para ese fin (*Determinar la elevación de las montañas que cruzan el suelo granadino*) y tan triviales hoy día en las capitales cultas de Europa, solo pude hallar en la de Granada un nivel de agua común…tan solido como se necesitaba, para operar con él a través de peñascos y de precipicios. Armado pues de mi nivel y de dos pértigas o jalones de 7 varas castellanas, cada uno dividido por pies y pulgadas, me situé al rayar el día 4 de agosto sobre la cumbre del Mulhacén, que es la más alzada de Sierra Nevada». Más adelante recordaba que al cabo de 18 días se encontraba en la cumbre de la Sierra de Lujar, manifestando con legítimo

Monumento en Titaguas, su localidad natal.

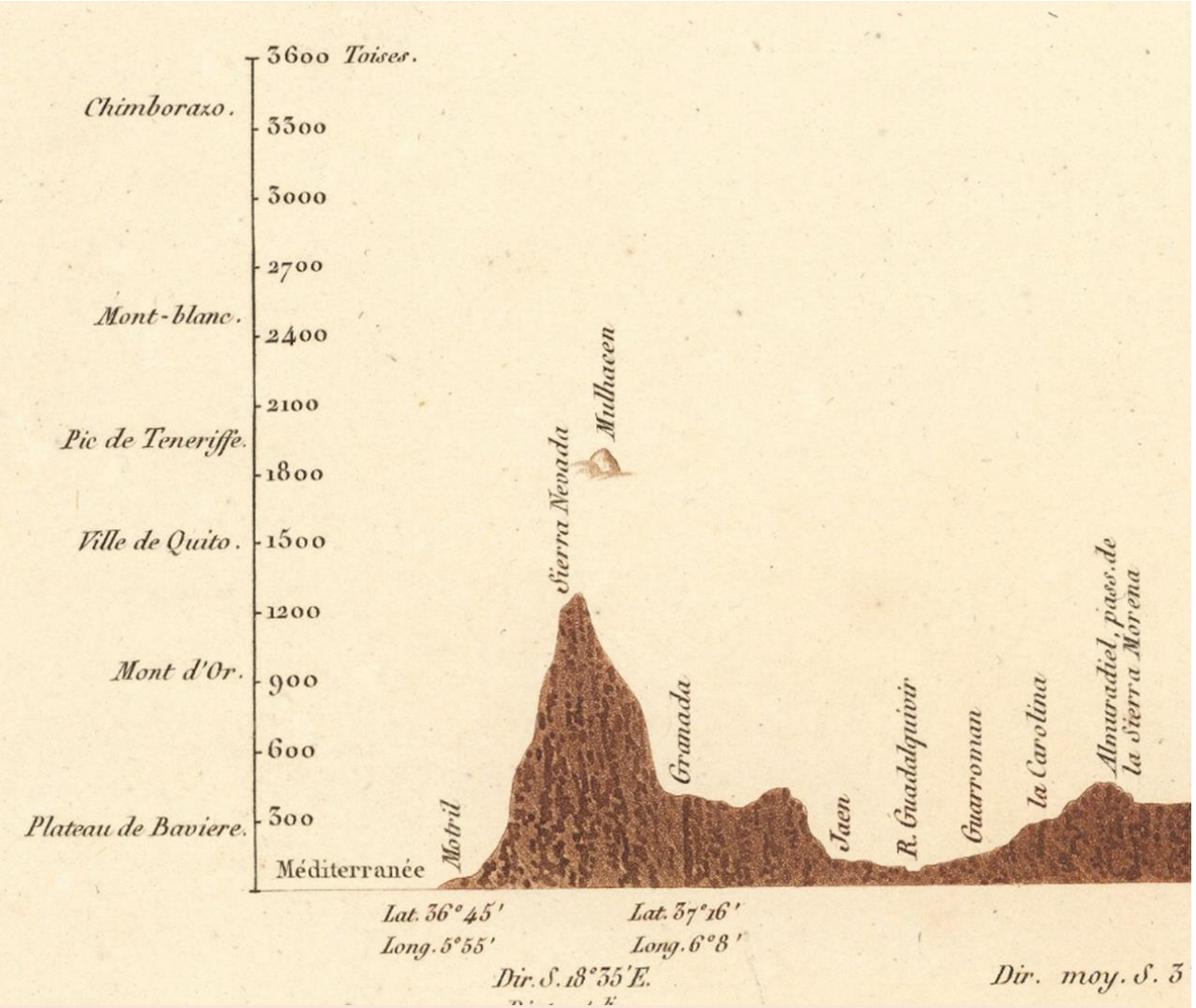
orgullo que sus dos ayudantes eran ya operadores experimentados: « habían ya adquirido tal ojo y tal destreza que plantaban mucho mejor el jalón de abajo, en el punto preciso sin tener yo que hacerles otras señas sino la de se mantuvieran firmes en él». La llegada al extremo meridional del itinerario de nivelación fue recogida en estos términos: «al mojar el último jalón la playa de Castell de Ferro el 20 de septiembre se llevaban 342 niveladas, que junto con las echadas anteriormente , componen la suma de 677». Se constata así que Clemente dividió el itinerario en dos partes, siendo la Sierra de Lujar y su entorno, el extremo común a ambas; la prueba concluyente de esa división fue el listado de los lugares más singulares que recorrió desde la Sierra de Lujar hasta Castell de Ferro. En esta ocasión no incluyó los valores de los desniveles, aunque si las altitudes sobre el nivel del mar de todos ellos; así lo hizo, dando contenido al epígrafe *Resultados principales geodésicos de la nivelación de Sierra Nevada y la de Lujar.* De entre ellos, se han seleccionado los siguientes: «La casa del cortijo



Rubite (1906 v); La punta más alta del alcornocal, que lo es de toda la zona de

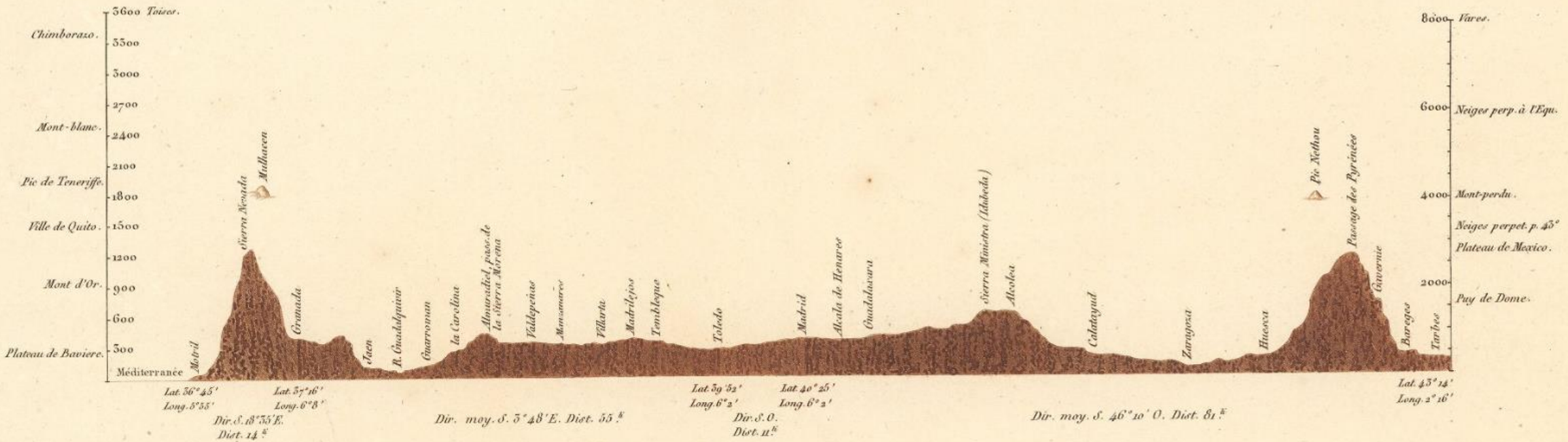
Jolucar (1202 v); La capilla de Fco. Pérez…del cerro de Fregenite (1300 v); El pico de la Contraviesa que llaman Cerrajón de Murtas, poco más o menos (1773 v); El cerro de la Haza del Lino en la Contraviesa (1862 v); Collado de la Sabina (2018 v)». Preocupado Clemente por las críticas que pudiera recibir el trabajo que acababa de realizar, se manifestó así: «Para que se pueda formar juicio del grado de confianza que merece esta prolija operación, solo añadiré, que jamás levanté el nivel del suelo sin haber tirado la visual por los lados derecho e izquierdo de la superficie del líquido…Por lo demás el cuidado que puse en marcar cuantos objetos notables y permanentes que encontraba al paso o podía enfilar, podrían servir en adelante para comprobar la exactitud de mi operación sin más trabajo que el de medir cuanto he hecho». Clemente proporcionó gran parte de toda su información geográfica a F. Bauzá, I. Antillón y A. Humboldt. De hecho, el segundo hizo publica la altitud del Mulhacén antes que el responsable de su determinación. Humboldt usó igualmente tal valor para iluminar el perfil longitudinal desde los Pirineos a Sierra Nevada, con la imagen del Mulhacén; curiosamente dibujada muy por encima de dicha Sierra. El geógrafo alemán reconoció expresamente que se había valido de los datos que había determinado Clemente.

El arcoíris en el Cerrajón de Murtas. Fotografía tomada el 25 de diciembre de 2025, por José Rodríguez García Se le atribuye a Pedro Antonio de Alarcón la frase: *Alpujarra es todo aquello que se divisa desde el Cerrajón de Murtas.*



Detalle del extremo meridional del perfil dibujado por Alexander von Humboldt.

En realidad, la Historia Natural del reino de Granada se completó con la información recopilada en el viaje que realizó en 1809; por la Serranía de Ronda y la Hoya de Málaga. Cuando se produjo la invasión francesa acabó trasladándose a su pueblo, en donde escribió *Historia civil, natural y eclesiástica de Titaguas*, inédita hasta el año 2000. Clemente fue sometido a un proceso de depuración, al considerarlo afrancesado, aunque resultara rehabiltado en 1815 y volviese a ocupar su plaza de Bibliotecario en el Jardín Botánico. Durante el Trienio Liberal fue elegido diputado por Valencia, conservando su escaño hasta la siguiente disolución de las Cortes. Como bien apunta la reseña que le dedica la Real Academia de la Historia: « Con la vuelta del absolutismo se refugió en su pueblo hasta que fue requerido en 1825 para que regresara a Madrid y terminara la redacción de la Historia Natural del Reino de Granada. Estando en la capital fue nombrado presidente de la Junta directiva del Real Jardín Botánico y representante de esta institución científica en la Junta de Protección del Museo de Ciencias Naturales de Madrid. Aunque Clemente continuó trabajando en sus manuscritos, su enfermedad y su posterior muerte en Madrid, el 27 de febrero de 1827, impidieron que pudiera culminar la edición de su magna obra».



Profil de la Peninsule Espagnole,

selon la direction SO-NE, depuis les Pyrénées jusqu'à la Sierra Nevada de Grenade,

par Alexandre de Humboldt.

Le Profil I. d'après les seules observations barométr. de M.rs de Humboldt et Bonpland (1799.) Le Profil II. d'après M.rs Ramond, Reboul, Vidal, Antillon, Roxas-Clemente, Betencour, Tlalaker et Humboldt.

Echelle des distances en lieues marines.
0 2 4 6 8 10 20 50

L'Echelle des distances est à celle des hauteurs = 1:40.

Voyez Relat. Hist. Vol. I. pag. 48.

Dessiné par A. de Humboldt à Paris 1823.

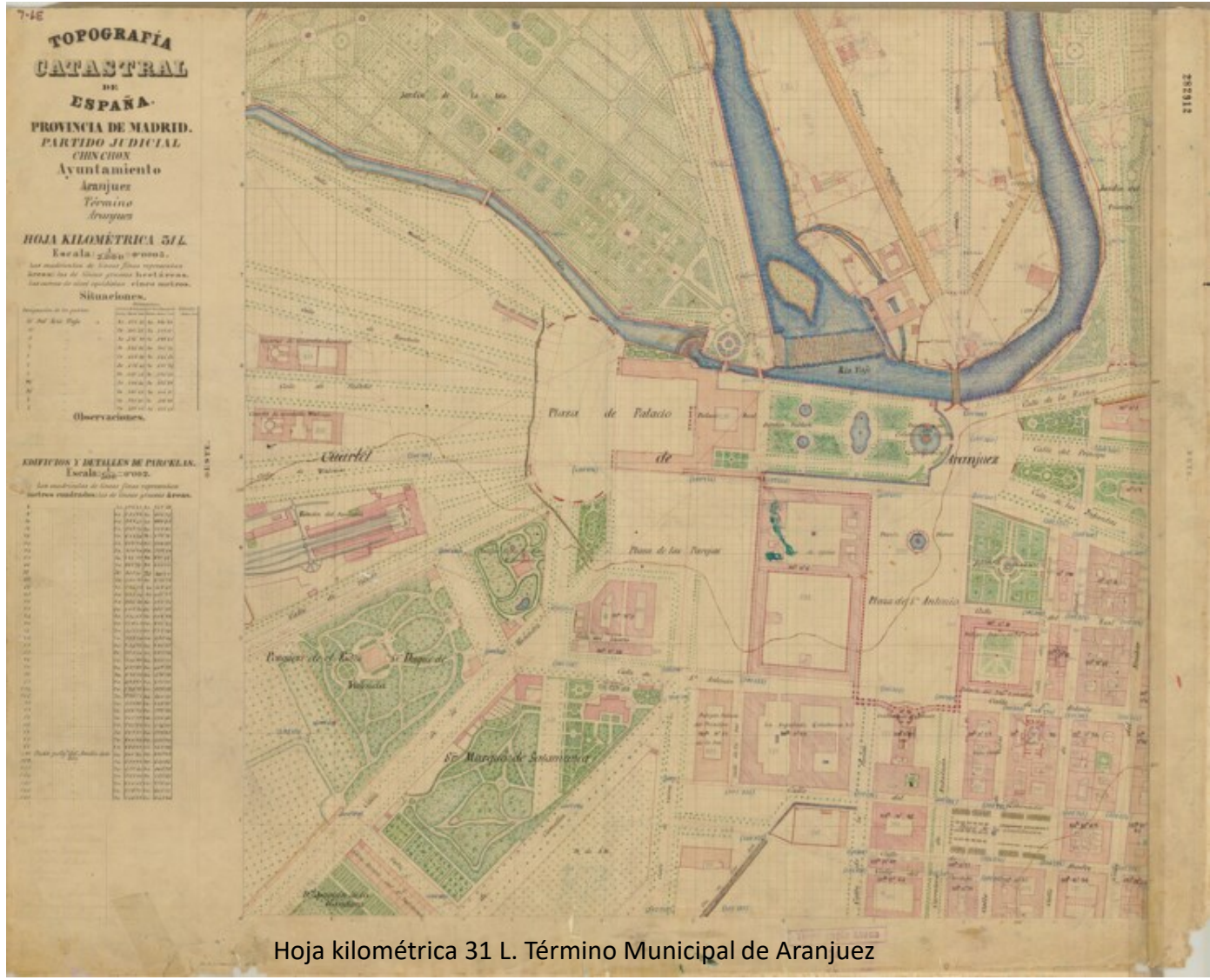
Gravé par Coutant.

Este perfil fue dibujado en París (1823) de acuerdo con los datos proporcionados por Ramond, Reboul, Vidal, Antillón, Rojas Clemente, Betancourt, Tlalaker y el propio Humboldt. Escala horizontal en leguas marinas. Su relación con la vertical es de 1/40.

Francisco Coello de Portugal y Quesada (1822-1898)

Coronel del Cuerpo de Ingenieros del Ejército y el cartógrafo español por excelencia. Como miembro del Junta General de Estadística promovió el desarrollo de la cartografía topográfica en España, con la publicación y aplicación de la Ley para la Medición del Territorio. Su obra más conocida fue el Atlas de España y sus Posesiones de Ultramar, con mapas a escala de 1/200000, el cual nació como complemento indispensable de los numerosos planos a mayor escala con que se iluminó el conocido Diccionario Geográfico Estadístico Histórico de España y sus posesiones de ultramar, ideado por su amigo Pascual Madoz e Ibáñez (1806-1870) y finalizado en 1850. Otra de las actividades más reseñables de Coello y Madoz, fue la recuperación para España de gran parte de los mapas y planos levantados por Felipe Bauzá y Cañas (1764-1834). Suyo fue también el proyecto de dotar a España de un catastro polivalente, con planos a escala 1/2000 en los que figurase la información geográfica completa (altimetría y planimetría); la presentación de los planos correspondientes se hizo en forma de hojas individualizadas, representando el territorio limitado por un cuadrado de un kilómetro de lado (las hojas kilométricas). La tarea

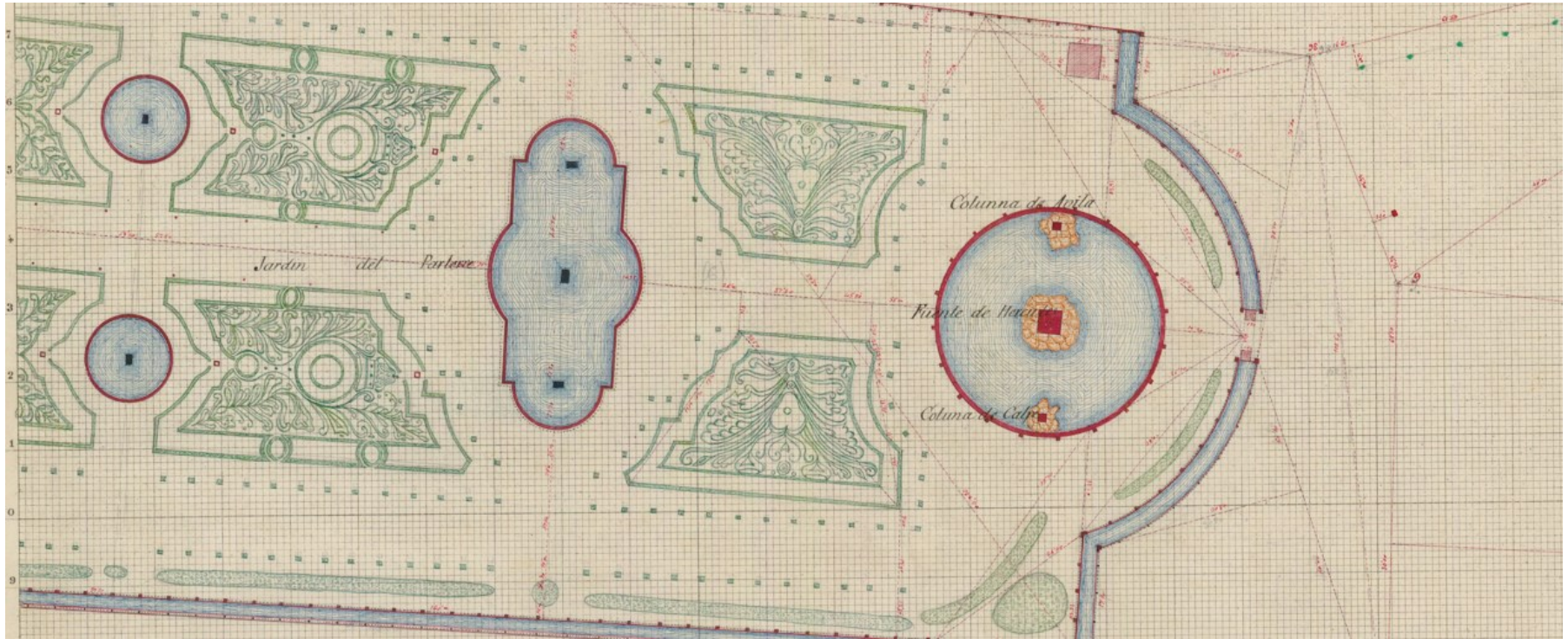
era tan ambiciosa como inabordable, por la limitación impuesta por los medios de su época, con la dificultad añadida de las múltiples trabas que continuamente debía superar y que le llevaron a presentar la dimisión y a abandonar la carrera militar (4.VIII.1866). A partir de entonces se centró en las actividades propias de la Sociedad Geográfica de Madrid, de la que fue miembro fundador (1876) y presidente durante muchos años. El 29 de noviembre de 1898 tuvo lugar una Velada en memoria del Exmo. Sr. Francisco Coello, en cuya conclusión se señalaba como su biografía era la historia de los estudios geográficos de España, «…Por él se ha mantenido el cultivo de la Geografía entre nosotros; por él existe y ha tenido vida esta Sociedad; por él se nos conoce en Europa».



Hoja kilométrica 31 L. Término Municipal de Aranjuez

La Comisión de Estadística General del Reino y la Junta General de Estadística fueron los dos nombres que tuvo una institución clave para el desarrollo cartográfico de España, baste decir que el Instituto Geográfico (1870) fue una Subdirección General de la misma. Tres años después se transformó este novedoso centro de carácter civil en la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, integrándose en ella todas las competencias propias de la Junta.

En el año 1858 se produce un importante avance cualitativo en el seno de la Comisión, al incorporarse como Vocal Francisco Coello de Portugal y Quesada, por entonces Teniente Coronel del Cuerpo de Ingenieros . El nombramiento lo firmó el 9 de abril Francisco Javier de Istúriz Montero (1790-1871), Presidente del Consejo de Ministros. La decisiva colaboración de Coello no tardó en dejarse sentir a través de una de las leyes más relevantes en la historia de la cartografía española. La ley en cuestión fue la llamada Ley para la medición del Territorio, publicada el día 5 de junio de 1859 y firmada en Aranjuez por Leopoldo O´Donnell y Joris (1809-1867). La trascendencia de la misma radica en la definitiva institucionalización de la geodesia, como soporte imprescindible de las representaciones cartográficas geométricamente fiables, así como en su intento por evitar la dispersión de responsabilidades administrativas en el ámbito cartográfico; ese fue al menos el espíritu que informó los nueve artículos de que constaba.



Detalle de los Jardines de Aranjuez

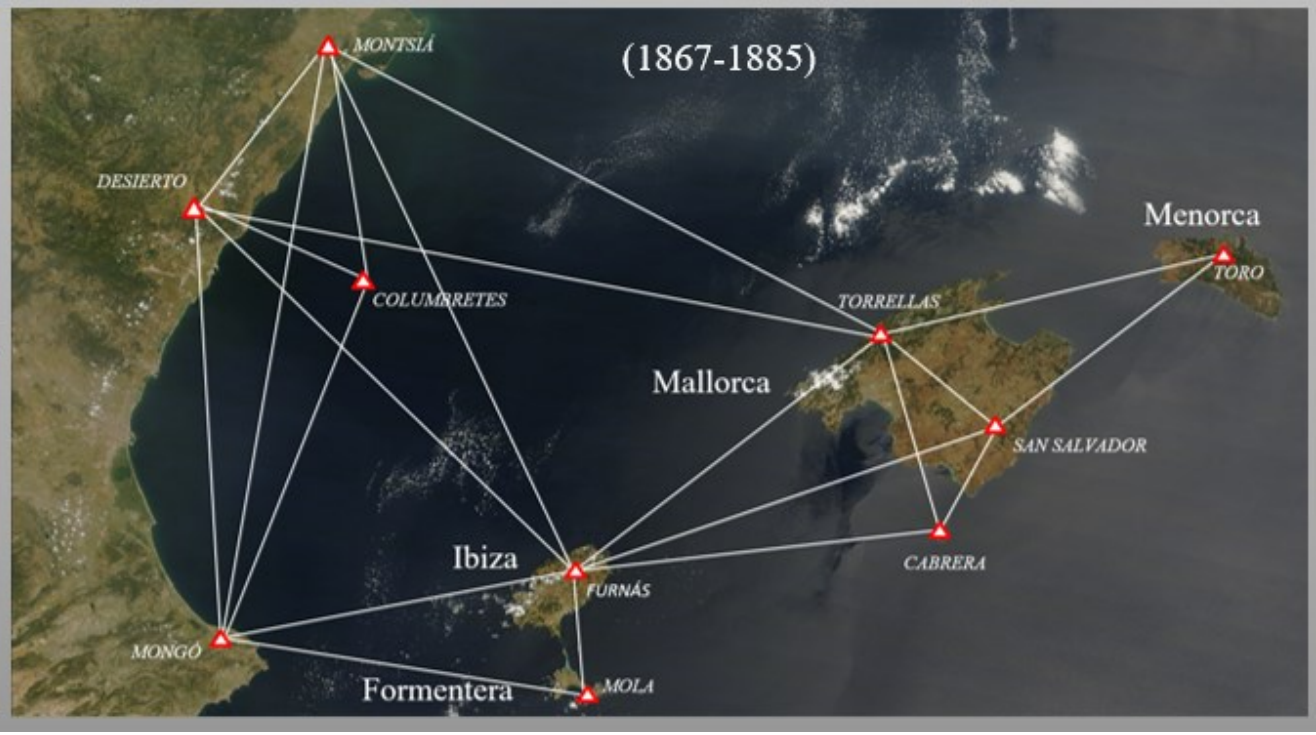
La Fuente de Hércules, entre las columnas de Ávila y Calpe.

Escala 1/500

Tres fueron los aspectos básicos contemplados en la ley anterior: I) Los trabajos geográficos pasaron a depender del Consejo de Ministros, contemplándose las áreas Geodésica, Marítima, Geológica, Forestal, Itineraria y Parcelaria; II) se impuso el empleo de las triangulaciones geodésicas de primero y segundo orden, que realizarían los Oficiales de los Cuerpos de Artillería, Ingenieros y Estado Mayor; III) La cartografía pasó a ser topográfica, en tanto que todos los planos se deberían ir levantando dentro de las zonas en que sucesivamente se hallasen ultimadas las triangulaciones geodésicas, aunque se añadiera «en cuanto sea posible».
El reglamento de la ley fue publicado el 20 de agosto de ese mismo año, desarrollándolo a lo largo de 48 artículos. La exposición de motivos del mismo rezumaba autocomplacencia y una buena dosis de exagerada lisonja, al calificar el proyecto de «alta trascendencia y de tal entidad, que fue valentía el idearlo, y será glorioso timbre el emprenderlo. En el reinado de V.M., Señora, las obras grandes se quitan unas a otras el privilegio de la admiración, y hasta el interés de la novedad».

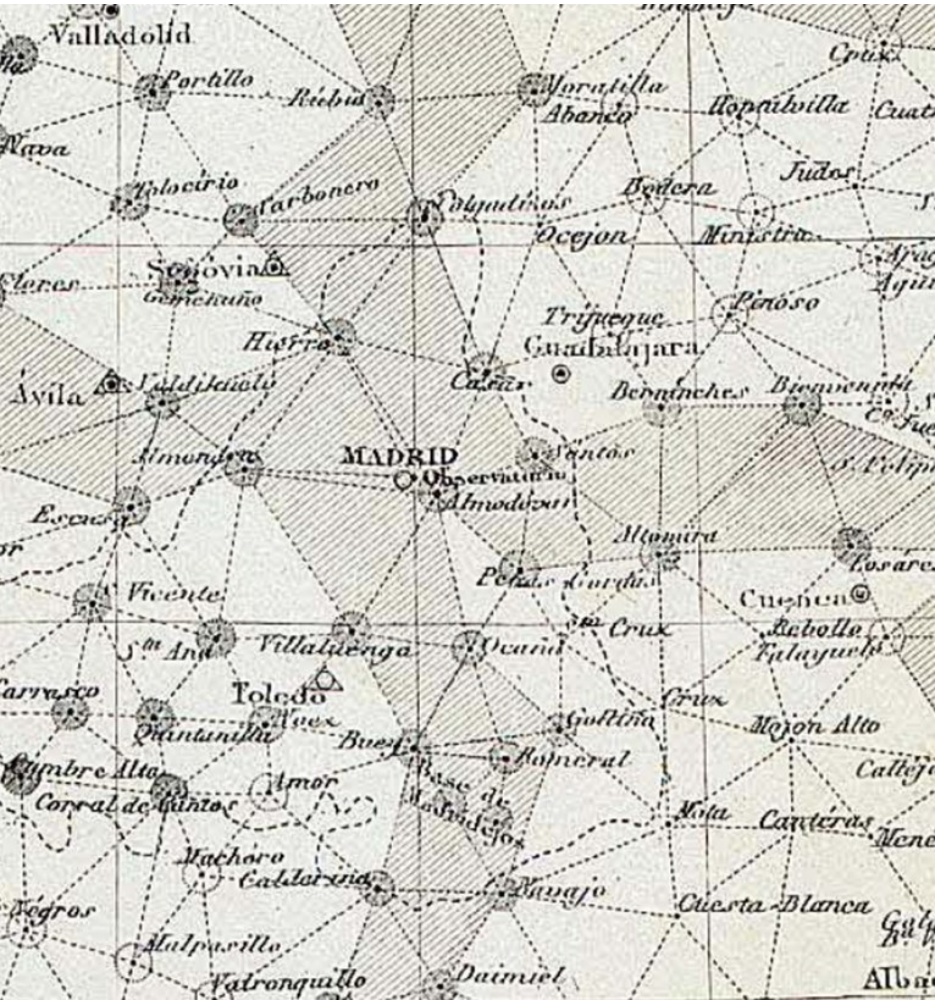
Isabel II (1830-1904)

En el capítulo cuarto del Reglamento se acordó agilizar las operaciones geodésicas, incorporando a las brigadas de campo seis nuevos oficiales. En el quinto se decidió prolongar la red triangular de primer orden hasta el litoral peninsular y a las Islas Baleares, contemplándose su observación una vez finalizada la de las cadenas del meridiano y paralelo de Madrid. En el artículo siguiente se programaron triangulaciones de segundo y tercer orden, que deberían comenzarse en las provincias de Madrid, Gerona y Baleares, para continuar después con las de Barcelona, Tarragona, Castellón y Valencia, las cuales se enlazarían con la cadena del litoral más meridional. Finalizada esa tarea se procedería de forma análoga en Guipúzcoa, Vizcaya y el resto del litoral septentrional.



En el artículo once del Reglamento se hizo ver la conveniencia de efectuar el deslinde y amojonamiento de los Términos Municipales, «por medio de hitos, postes y mojones perceptibles, a fin de que los planos parcelarios puedan formarse con desembarazo y prontitud». El problema de la conservación de tales límites se le encomendó a los Gobernadores provinciales, «quienes tendrían que cuidar de que sean respetadas las señales que sobre el terreno se emplearan, tanto para la triangulación como para los planos parcelarios». El levantamiento de los Planos de Población también se contempló en este articulado, consignándose en el número 27 que los arquitectos provinciales y municipales serían los responsables de los mismos. En tales planos, extensibles, en la medida de lo posible, a todo el territorio municipal, se representarían en primer lugar las manzanas y después su distribución en solares. El artículo 34 fue especial relevante para el posterior ejercicio de la topografía, puesto que dispuso la creación de una «Escuela especial, temporal o permanente, dirigida por la Comisión de Estadística general, donde

por medio de explicaciones, de conferencias y de operaciones se complete en breve término la instrucción teórica y práctica del personal auxiliar necesario para los trabajos de que aquí se trata». Esa Escuela de Topografía Catastral fue el centro en el que se formaron los primeros topógrafos profesionales de España, los cuales acabarían integrándose en el Instituto Geográfico desde su creación en 1870; se trató pues del más directo antecedente de la Escuela de Topografía que se crearía años después, impartiéndose sus clases en locales cedidos por aquel junto a su sede central de la calle del general Ibáñez de Ibero.

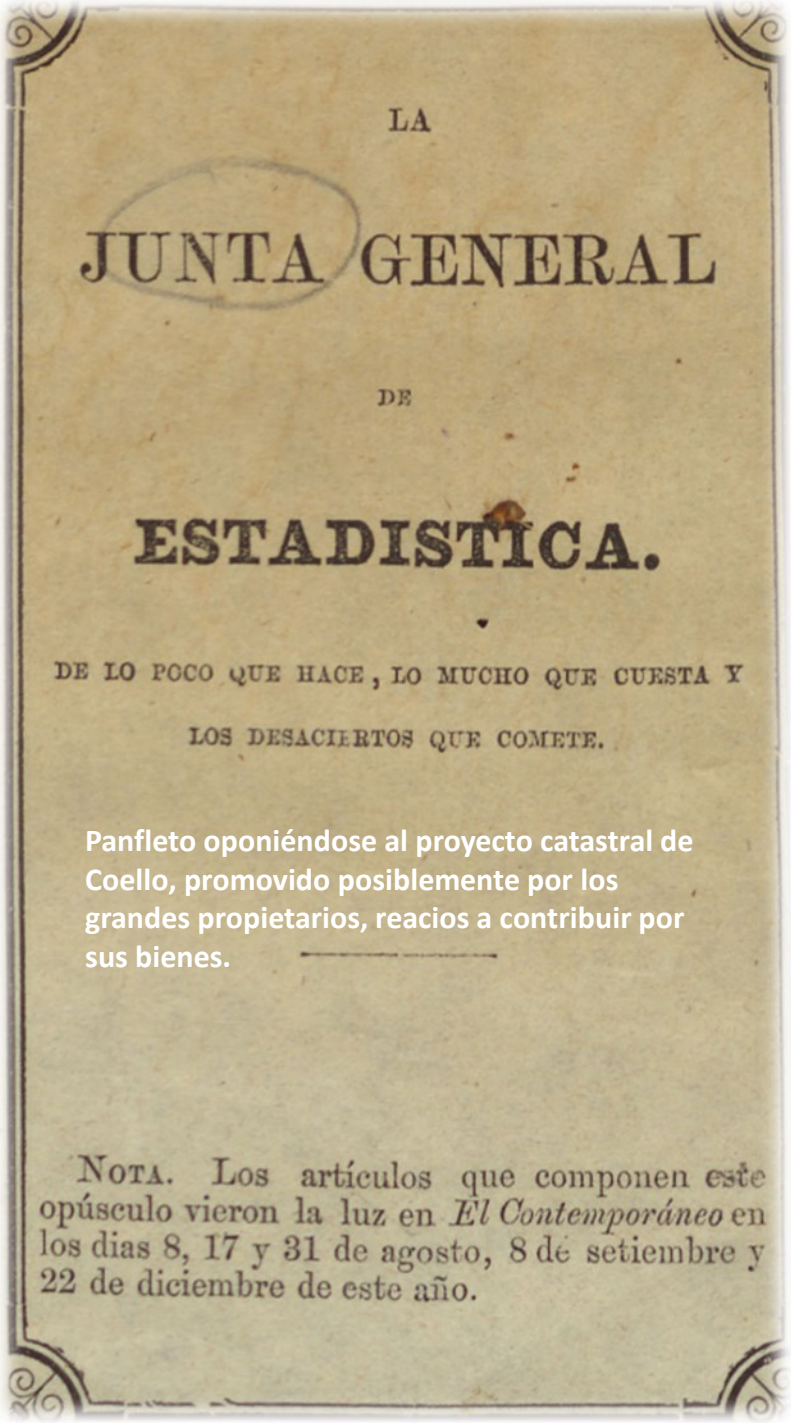


La ejecución de los trabajos comenzó con el proyecto, construcción y observación de las triangulaciones geodésicas, expresamente encomendadas a los oficiales del ejército, ya señalados, los cuales continuaron con su tarea aún después de haberse fundado el Instituto Geográfico. Al temprano éxito de la operación contribuyó decisivamente la organización de los trabajos, facilitada al haber dividido el territorio en los llamados distritos geodésicos; tal como se verá al final de este resumen. Dentro de cada uno de ellos había integradas varias provincias en las que se venían realizando los trabajos, siempre bajo la atenta coordinación de un único jefe facultativo. Precisamente Carlos Ibáñez de Ibero, el futuro director del Instituto Geográfico, fue jefe del distrito de Levante, un cargo que ostentaba cuando inició su participación en el enlace balear ya referido.

Cadenas de meridiano y de paralelo en el entorno de Madrid (1865)

«Los planos parcelarios de los distritos municipales se emprenderían después de haber completado la red de triángulos en una provincia o en parte considerable de la misma. La inspección y comprobación de los planos parcelarios hechos por personas particulares, se encargará generalmente a Jefes o Ayudantes de brigada que hayan triangulado el territorio respectivo».

El 21 de abril de 1861 la Comisión pasó a denominarse Junta General de Estadística, la cual se dividió en las secciones de Geografía y Estadística. El Real Decreto estableció asimismo la estructura de las mismas, correspondiendo a la primera la siguiente: un Vocal de la Junta, el Director de las operaciones geodésicas, el Director de las operaciones topográfico catastrales y un tercero encargado de las restantes: especiales, geológicas, hidrológicas, forestales e itinerarias. Para la Dirección de operaciones geodésicas se eligió a Francisco de Luján y Miguel-Romero (1798-1867), correspondiendo la de operaciones topográfico-catastrales a Francisco Coello. La Dirección de Coello fue denominada después Dirección general de Operaciones Geográficas, a raíz de que la Junta de Estadística fuera reestructurada por O´Donnell (15 de julio de 1865); la otra Dirección general fue la de Estadística. La Dirección de operaciones topográfico-catastrales se encargaría de los trabajos parcelarios (incluyendo los de las zonas fronterizas y plazas de guerra), de los planos de población y de la Escuela de Ayudantes, que venía funcionando desde su creación.



LA

JUNTA GENERAL

DE

ESTADISTICA.

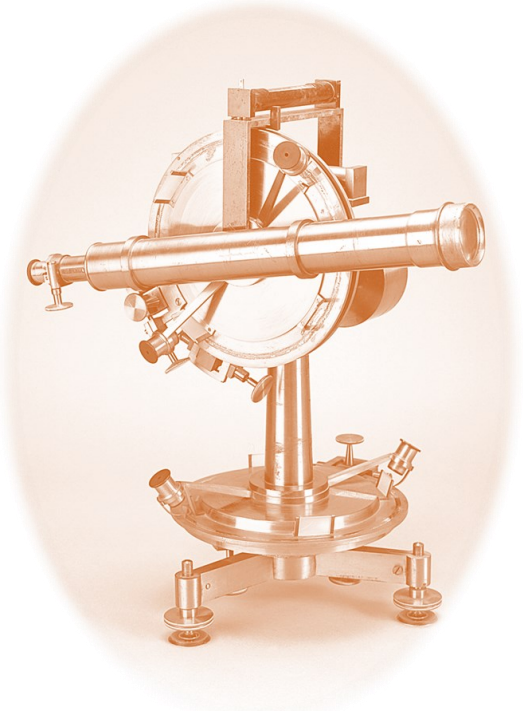
DE LO POCO QUE HACE, LO MUCHO QUE CUESTA Y LOS DESACIERTOS QUE COMETE.

Panfleto oponiéndose al proyecto catastral de Coello, promovido posiblemente por los grandes propietarios, reacios a contribuir por sus bienes.

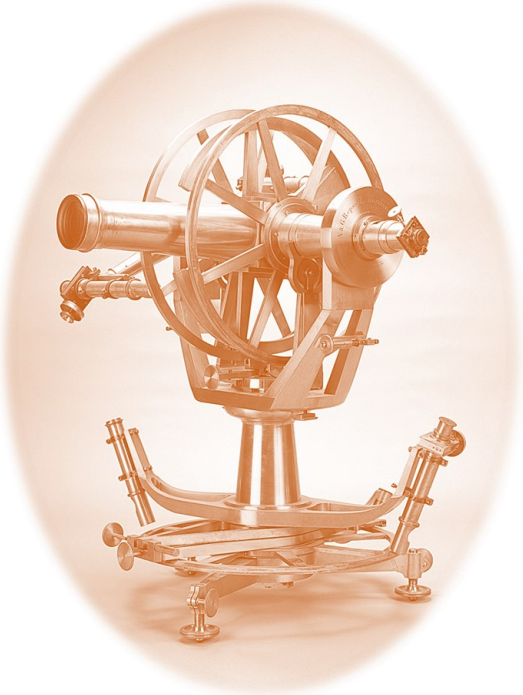
NOTA. Los artículos que componen este opúsculo vieron la luz en *El Contemporáneo* en los dias 8, 17 y 31 de agosto, 8 de setiembre y 22 de diciembre de este año.

La fecha del 1 de febrero de 1862 fue decisiva para la historia de la Junta General de Estadística, pues fue entonces cuando sometió al Consejo de Estado el reglamento de las operaciones asociadas a la medición parcelaria del territorio. En él, redactado fundamentalmente por Coello, se resumió magistralmente su sapiencia topográfico-catastral al defender abiertamente la necesidad de formar un catastro con el rigor geométrico necesario y basado en unos principios que asegurasen su polivalencia. Indirectamente se consideraba la cuestión topográfico-catastral como un problema de estado, cuya resolución no se podría llevar a cabo desde un determinado ministerio, sino desde un organismo especialmente creado a esos efectos. El reglamento constó, en su versión definitiva, de 216 artículos, expuestos en torno a los epígrafes siguientes: 1) Operaciones preliminares, señalamiento y trazado del término actual de cada localidad, 2) Levantamiento del plano topográfico parcelario, 3) Medición de las superficies,4) Formación de las listas y cédulas catastrales de las fincas, reconocimiento y aceptación de estas por los respectivos poseedores, y consignación de las observaciones que se presenten, 5) Examen y comprobación de todos los planos y documentos, 6) Conclusión de las operaciones en cada término y 7) Disposiciones generales. Este reglamento tuvo su continuación en el que se preparó en el Instituto Geográfico con relación al Catastro Topográfico Parcelario.

La necesidad de dar un mayor impulso a la medición del territorio y el interés por coordinar mejor los trabajos de las dos Direcciones afectadas: la de operaciones geodésicas y la de las operaciones topográfico-catastrales, propiciaron el establecimiento de los denominados Distritos geodésico-catastrales. La Real orden data del día 1 de agosto de 1864, aclarando en su exposición el camino independiente que habían seguido hasta entonces las dos Direcciones «sin más contacto que el de la resolución de sus expedientes en la sección geográfica primero, y luego en la Junta General, como centro de unidad». En un principio se crearon solamente tres distritos geodésico-catastrales, constituidos por las provincias siguientes: 1º) Islas Baleares, Castellón, Valencia y Alicante; 2º) Guipúzcoa, Vizcaya, Álava y Navarra; y 3º) Gerona, Barcelona y Tarragona. En ellos se realizarían simultáneamente todas las operaciones requeridas por la formación del mapa topográfico y catastral de España. Los distritos serían de dos clases. En la primera se integrarían los de las islas adyacentes o aquellos del interior de la Península cuyos trabajos se localizasen a 110 km del lugar en que residiera el Jefe del Distrito, mientras que a la segunda pertenecerían los restantes.



Teodolito Brunner
de segundo orden (1861)



Teodolito Repsold
de primer orden (1865)

Hernando Colón y Enríquez de Arana (1488-1539)

Hijo de Beatriz Enríquez de Arana (1465-1522) y de Cristóbal Colón. Su padre le procuró buena educación al conseguir que fuese paje del príncipe Juan, el hijo de los Reyes Católicos. Hernando Colón fue un bibliófilo convencido, pues llegó a reunir quince mil volúmenes a partir de la biblioteca que había heredado, transformándose después en la actual Colombina; que, aunque mermada, se conserva en Sevilla. No obstante, su actividad principal fue la de cosmógrafo, afición compartida con su progenitor, en la que llegó a ser maestro consumado. Su posición social debió ser relevante y así lo prueba el que apareciese la casa que construyó, junto a la Puerta de Goles, en varios grabados de la época; sobresaliendo por su colorido el de la vista panorámica de Sevilla incluida en el *Civitates Orbis Terrarum.*

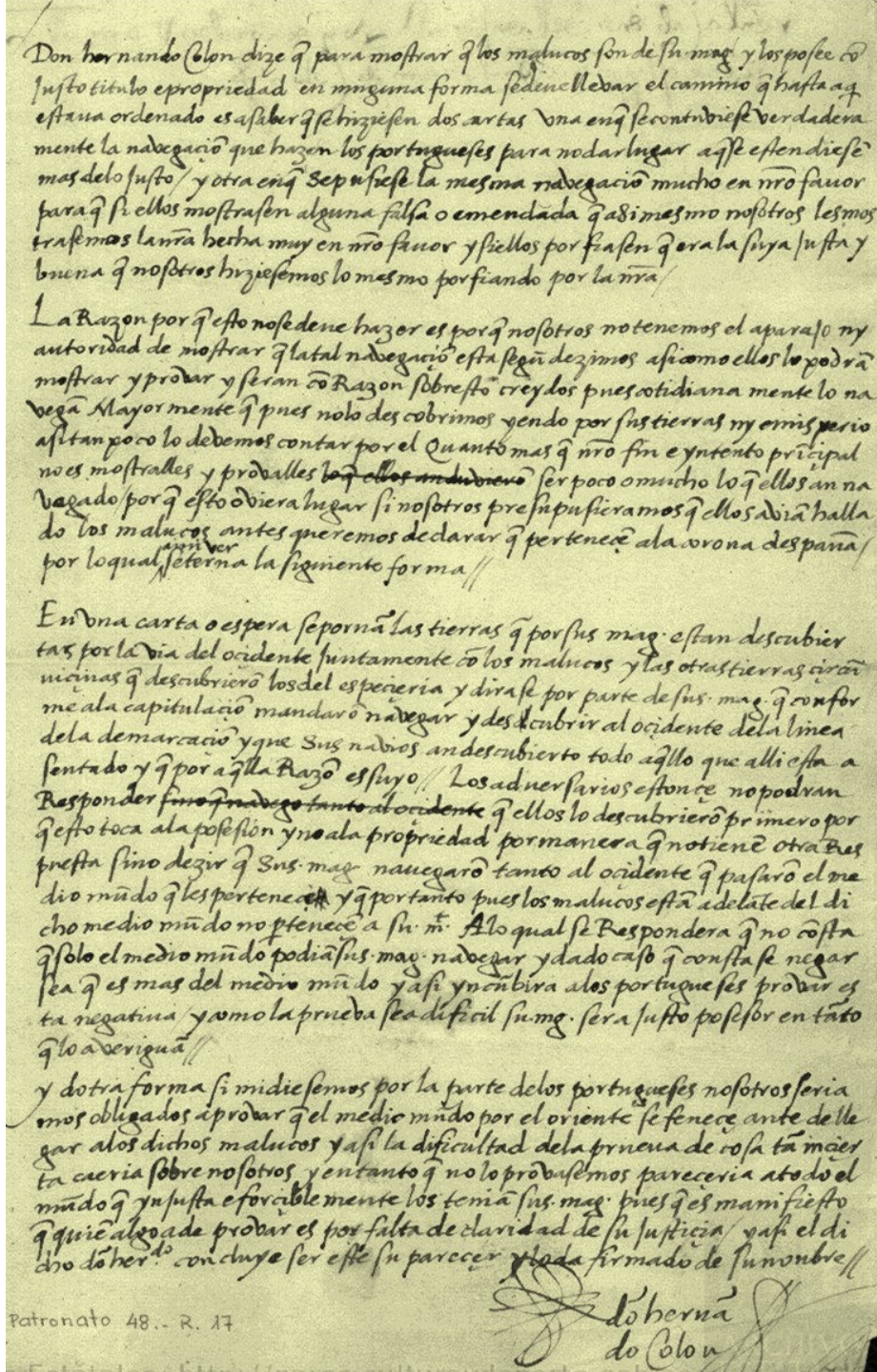
Hernando Colón tuvo el mérito de pretender hacer un mapa de España, basándose en reconocimientos topográficos de todo el territorio, integrado en el proyecto *Descripción y Cosmografía de España* (o simplemente Itinerario). Aunque todos los trabajos de campo fuesen, al parecer financiados por el mismo, sería sorprendente que los hubiese iniciado sin contar con el beneplácito, e incluso el encargo, del propio Carlos V. La recopilación de la información geográfica empezó el 3 de agosto de 1517 («lunes 3 de agosto de 1517, comencé el Itinerario. La primera descripción corresponde a Zaragoza, y la última, a la Membrilla, villa de la Mancha». *Itinerario de D. Fernando Colón*), participando activamente tanto él como sus colaboradores. En todos los casos se anotaron datos tales como el nombre de las poblaciones, el número de habitantes y la relación de las distancias a que se hallaban los núcleos limítrofes. La intención de formar el mapa quedo de manifiesto en la instrucción para dibujar la cuadrícula: «para hacer las tablas serán cuadradas por grados de longitud y latitud y cada grado en millas, cuyas líneas cruzarán toda la tabla como en un tablero de ajedrez, porque fácilmente del original donde se pintare al principio se puedan sacar los otros».

Cristóbal Colón y sus hijos: Diego (1479-1526) y Fernando. Grabado de 1794

A vos el que es ó fuere nuestro Corregidor ó Juez de residencia de la Ciudad de Córdoba ó á vuestro Alcalde en el dicho oficio é á cada uno de vos á quien esta nuestra carta fuere mostrada salud é gracia, sepades que somos informados que D. Fernando Colón ha enviado por estos nuestros Reinos algunas personas con su poder é con ciertas cartas nuestras ó sus traslados para que entiendan en hacer cierta descripción é cosmografía de toda España y porque á nuestro servicio cumple que no se entienda agora en lo susodicho, fué acordado por los del nuestro Consejo é conmigo el Rey consultado que debiamos mandar, dar esta nuestra carta para vos en la dicha razón é nos tuvimoslo por bien: porque vos mandamos que agora ni de aquí adelante no consintais ni deis lugar que ninguno, ni algunas personas usen de las dichas é cédulas que sobre lo susodicho mandamos dar ni entiendan en hacer ni hagan la dicha descrición é cosmografía ni cosa alguna de ello é les mandeis nuestra parte é nos por nuestra carta les mandemos que luego sin dilación alguna é sin esperar para ello otra nuestra carta ni mandamiento, ni segunda, ni tercera, vos den y entreguen las dichas nuestras cartas ó sus traslados ó el poder qué para ello tienen, é lo que por virtud de ellas han fecho é lo enviar todo á los del nuestro Consejo, porque así cumple á nuestro servicio.

Resulta incomprensible que hubieran de pasar seis años para que se ordenase la suspensión de los trabajos geográficos de H. Colón, aunque su bibliotecario, el bachiller Juan Pérez esbozara una posible explicación: «la cosmografía de España que estaba empezada a hacer…no se acabó…mi señor don Hernando Colón quiso tomar este trabajo inmenso y costa grande sino que la envidia no lo dejó llevar al cabo». También cabría sospechar que el reciente conflicto con los comuneros de Castilla hubiese ejercido su influencia. En el año 1898 el historiador gaditano Rodolfo del Castillo Quartilliers (1845-1917) dio a conocer un documento esencial para entender la verdadera historia del Itinerario de H. Colón: la carta mediante la cual se daban por concluidos los trabajos que se venían ejecutando con relación al mismo; el contenido de la misma fue del todo explícito, como puede comprobarse en el cuadro adjunto. La firma de la misma se realizó en Valladolid el 13 de junio de 1523.

La suspensión de los trabajos del mapa no supuso el final de la relación de H. Colón con la monarquía, pues en 1524 fue nombrado miembro de la comisión hispano lusa encargada de fijar en Badajoz la longitud geográfica del archipiélago de las Molucas. En el Archivo General de Indias se custodian dos manuscritos en los que el cosmógrafo se pronunció sobre tan complicada cuestión, en su tiempo era imposible determinarla con la suficiente certidumbre. A pesar de ello citó en el primero diversos procedimientos para conseguirlo, desde el de navegar con rumbo de 45º, para que el incremento de latitud fuese idéntico al de longitud, hasta los astronómicos clásicos de observar un cierto fenómeno (eclipse lunar principalmente) de forma simultánea desde los dos puntos involucrados, para hallar a continuación las diferencias entre las horas respectivas de la observación. Sin embargo, su contribución realmente singular, por su carácter innovador, fue la sugerencia de conseguirlo transportando la hora, por medio de un instrumento (el futuro cronómetro) capaz de proporcionar en el mar la hora que sería en ese momento en el puerto en que se inició la travesía. A modo de resumen redactó H. Colón el informe titulado: *Parecer de los astrónomos y pilotos españoles de la junta de Badajoz sobre la demarcación y propiedad de las islas del Maluco*. Aunque se defendiera que las Islas se encontraban dentro de la zona de influencia española, la realidad es que verdaderamente caían dentro de la zona portuguesa.


Don hernando Colon dize q̃ para mostrar q̃ los malucos son de su mag. y los posee cõ
justo titulo e propriedad en ninguna forma se deue llevar el camino q̃ hasta aq̃
estaua ordenado es a saber q̃ se hiziesen dos cartas vna en q̃ se contuviese verdadera
mente la navegaciõ que hazen los portugueses para no dar lugar a q̃ se estendiesẽ
mas de lo justo / y otra en q̃ se pusiese la mesma navegaciõ mucho en nr̃o fauor
para q̃ si ellos mostrasen alguna falsa o emendada q̃ asi mesmo nosotros les mos
trasemos la nr̃a hecha muy en nr̃o fauor y si ellos porfiasen q̃ era la suya justa y
buena q̃ nosotros hiziesemos lo mesmo porfiando por la nr̃a /

La Razon por q̃ esto no se deue hazer es porq̃ nosotros no tenemos el aparejo ny
autoridad de mostrar q̃ la tal navegaciõ esta segũ dezimos asi como ellos lo podrã
mostrar y provar y seran cõ Razon sobre esto creydos pues cotidiana mente lo na
vegã Mayor mente q̃ pues no lo descobrimos yendo por sus tierras ny emisperio
asi tan poco lo devemos contar por el Quanto mas q̃ nr̃o fin e yntento principal
no es mostralles y provalles ~~lo q̃ ellos anduvieron~~ ser poco o mucho lo q̃ ellos an na
vegado / porq̃ esto oviera lugar si nosotros presupusieramos q̃ ellos aviã halla
do los malucos antes queremos declarar q̃ pertenecẽ a la corona despaña /
por lo qual aun ver se terna la siguiente forma //

En vna carta o espera se pornã las tierras q̃ por sus mag. estan descubier
tas por la via del ocidente juntamente cõ los malucos y las otras tierras circã
uicinas q̃ descubrierõ los del especieria y dirase por parte de sus mag. q̃ confor
me a la capitulaciõ mandarõ navegar y descubrir al ocidente de la linea
de la demarcaciõ y que sus navios an descubierto todo aq̃llo que alli esta a
sentado y q̃ por aq̃lla Razõ es suyo // Los aduersarios estonçe no podran
Responder ~~sino q̃ navego tanto al ocidente~~ q̃ ellos lo descubrierõ primero por
q̃ esto toca a la posesion y no a la propriedad por manera q̃ no tienẽ otra Res
puesta sino dezir q̃ sus mag. nauegarõ tanto al ocidente q̃ pasarõ el me
dio mũdo q̃ les pertenecẽ y q̃ por tanto pues los malucos estã adelãte del di
cho medio mũdo no ꝑtenecẽ a su m.t A lo qual se Respondera q̃ no cõsta
q̃ solo el medio mũdo podiã sus mag. navegar y dado caso q̃ constase negar
sea q̃ es mas del medio mũdo y asi yncũbira a los portugueses provar es
ta negatiua / y como la prueba sea dificil su mg. sera justo posesor en tãto
q̃ lo averiguã //

y dotra forma si midiesemos por la parte de los portugueses nosotros seria
mos obligados a provar q̃ el medio mũdo por el oriente se fenecẽ ante de lle
gar a los dichos malucos y asi la dificultad de la prueua de cosa tã incier
ta caeria sobre nosotros y en tanto q̃ no lo provasemos pareceria a todo el
mũdo q̃ ynjusta e forçiblemente los teniã sus mag. pues q̃ es manifiesto
q̃ quiẽ algo a de provar es por falta de claridad de su justiçia / y asi el di
cho dõ her.do concluye ser este su parecer y lo da firmado de su nonbre //

dõ hernã
do Colon

Patronato 48.- R. 17

Rosa de los vientos rodeada por la corona mensual y por la zodiacal. Mapa de D. Ribero 1529

En el año 1526 recibió H. Colón el encargo de confeccionar el denominado Padrón Real, una especie de mapa de estado, que sirviese de modelo a cualquier mapamundi o globo terráqueo compuesto a partir de entonces y al que deberían ceñirse los pilotos de la Casa de Contratación. Cuando H. Colón recibió la Real Cédula solicitó la colaboración de Alonso de Chaves (c.1485-1587) un cosmógrafo que ya era prestigioso; habiéndosele impuesto la participación del cartógrafo portugués Diego Ribero «nuestro piloto y maestro de hacer cartas de navegar». No hay constancia de que H. Colón formase el mapa en cuestión, a pesar de que le fue reclamado. Si lo hicieron en cambio tanto Ribero, en 1927 y en 1929, como Chaves en 1536 (cuando presentó una carta universal). El mapa del portugués, incorporó la información geográfica recopilada durante la expedición magallánica, presentando por primera vez el océano Pacífico en toda su amplitud, así como la línea de demarcación acordada en el Tratado de Tordesillas; esta representación fue considerada el primer mapa científico del mundo

Barcos anclados en las costas de Jamaica, corroídos por la broma

Dos veces estuvo H. Colón en el nuevo mundo, una con su padre y otra con su hermano Diego. El día 3 de abril de 1502, se inició desde Sevilla el cuarto y último viaje de Cristóbal Colón, con la intención de encontrar el paso hacia Asia; el resultado fue catastrófico a causa del huracán que dañó sus naves e hizo que acabara anclado en las costas de Jamaica, refugiado en los barcos que se salvaron. Colón viajó con su hijo Hernando, previa autorización real pues solo tenía 13 años, al que probablemente le enseñaría el eclipse del 29 de febrero de 1504 (con el que logró engañar a los nativos para que continuaran proporcionándole víveres); el comportamiento de Hernando durante la travesía debió ser ejemplar, según se desprende de las palabras del almirante: «El dolor del hijo que yo tenía allí me arrancaba el ánima, y más por verle de tan nueva edad de trece años en tanta fatiga y durar en ello tanto. Nuestro Señor le dio tal esfuerzo que él avivaba a los otros, y en las obras hacía él como si hubiera navegado ochenta años, y él me consolaba». La vuelta a España la hizo junto a su padre, llegando a Sanlúcar de Barrameda el 7 de noviembre de 1504.

El Papa y Cristóbal Colón discuten sobre temas geográficos, apoyándose en un mapamundi y en un globo terráqueo.
British Museum. S. XVII

De esa misma localidad partió, el 9 de junio de 1509, con su hermano Diego hacia Santo Domingo, el cual debía tomar posesión como gobernador (llegó a ser segundo almirante de las Indias). En esta ocasión, H. Colón solo permaneció dos meses en aquellas tierras, hasta que su hermano lo mandó de vuelta a España para que continuase sus estudios.

Durante el periodo1536-1539 H. Colón homenajeó a su padre al escribir la Historia del Almirante, un libro excepcional según el historiador Antonio Rumeu de Armas (1912-2006), que le dio toda la fama póstuma que adquirió; su objetivo fue la exaltación de la vida y obra de un «varón digno de eterna memoria» en palabras de su hijo. El original se extravió, siendo la versión italiana del 25 de abril de 1571, la más antigua que se conserva (Historie del S.D. Fernando Colombo; nelle quali s'ha particolare & vera relatione della vita, & de fatti dell' Ammiraglio D. Christoforo Colombo, suo padre). La obra se compone de dos partes claramente diferenciadas: «La primera abarca los capítulos I a XV, y polariza su atención en biografiar a Cristóbal Colón antes de acometer la gesta imperecedera del descubrimiento. La segunda comprende los capítulos XVI a CVIII, y hace objeto de su estudio la descripción pormenorizada de las cuatro inmortales navegaciones al Nuevo Mundo, que aparecen enlazadas entre si con relatos sucintos de los acontecimientos intermedios…La primera adolece de vacuidad, inconsistencia y pobreza de datos; la segunda, de prolijidad, solidez y riqueza de pormenores…Los capítulos biográficos están plagados de supercherías, invenciones, errores y anacronismos; las páginas consagradas a los viajes son modelo de veracidad, precisión y justeza. Hasta el tono es distinto. La biografía es agria, rencorosa, agresiva y polémica, en desacuerdo absoluto con el carácter y el temperamento de Hernando, según lo retratan los contemporáneos. La crónica de los viajes objetiva y serena, aunque con la natural pasión para defender de todo escarnio, vejación o mancha la gloria paterna» (Antonio Rumeu de Armas: *La época de Hernando Colón y su Historia del Almirante*. 1990).

HISTORIE
Del S. D. Fernando Colombo;
Nelle quali s'ha particolare, & vera relatione della vita, & de' fatti dell' Ammiraglio
D. CHRISTOFORO COLOMBO,
suo padre:
Et dello scoprimento, ch'egli fece dell' INDIE Occidentali, dette MONDO NVOVO, hora possedute dal Serenis. Re Catolico:
Nuouamente di lingua Spagnuola tradotte nell'Italiana dal S. Alfonso Vlloa.
CON PRIVILEGIO.
IN VENETIA, M D LXXI.
Appresso Francesco de' Franceschi Sanese.

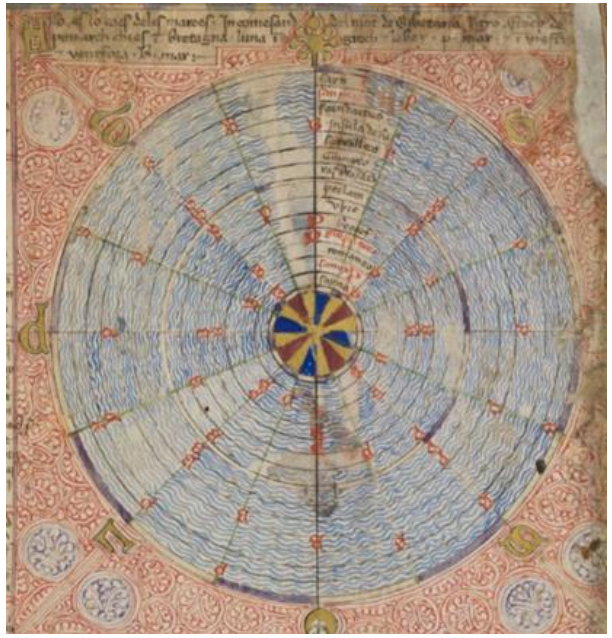
Abraham Cresques (c.1325-c.1385) y su hijo Jafudà (c.1350-c.1425)

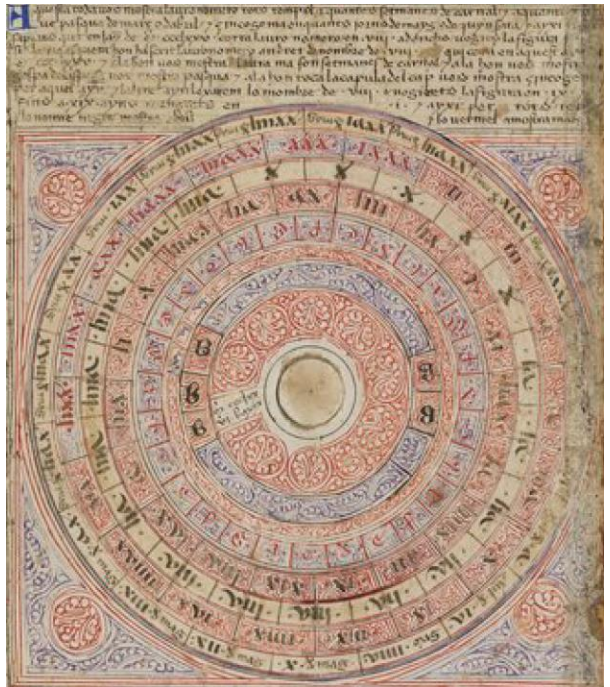
Excelentes delineantes mallorquines, autores en 1375 del mejor mapamundi de la Edad Media, el mal llamado atlas catalán, compuesto por seis tablas de madera, las cuales estuvieron plegadas cada dos por un pergamino de 50 x 64 cm, que una vez compuestas forman un cuadro de 0.65 x 3 m. Realmente, el cabeza de familia se llamaba Elisha ben Abraham y fue protegido de los reyes de Aragón , en su condición de maestro de hacer cartas. Su hijo Jafudà se vio obligado a convertirse al cristianismo, tras el saqueo de la judería en el año 1391, adoptando el nombre de Jaume Ribes; años después acabaría instalándose en Barcelona. Aunque se siga afirmando que Jafudà se trasladó a la escuela naval de Sagres, promovida por Enrique el Navegante (1394-1460), Jaume Riera i Sans (1941-2018) demostró su imposibilidad, dado que este hijo de Abraham falleció antes de la institución de esa supuesta escuela. Tanto padre como hijo fueron considerados como maestro de mapamundis y de brújulas, maestro de mapamundis, e incluso brujuleros; de ahí que llegasen a ser considerados excelentes cartógrafos, especializados en la elaboración de cartas de navegar. El Propio J. Riera puntualizó esa información al asegurar que «tanto Cresques Abraham como su hijo Jafudà Cresques fueron excelentes dibujantes de brújulas, cartas de navegar y mapamundis. Nada más. Ni astrónomos, ni relojeros, ni matemáticos, ni cartógrafos, sino grandes conocedores del arte de la pintura o iluminación». Cresques Abraham «pintaba con materias insolubles en agua la rosa de los vientos en el fondo de las brújulas; por ello se le llama brujulero. Dibujaba y pintaba mapamundis de lujo; y cumplía su cometido con tanta competencia y tan bellamente que por ello los documentos reales le conceden los calificativos singulares de maestro de mapamundis y maestro de mapamundis y de brújulas».

El origen del mapamundi parece estar ligado al encargo realizado por el Infante de Aragón, más tarde Juan II (1405-1454), para regalárselo al rey de Francia. Fue descubierto por los franceses Jean Alexandre Buchon (1791-1849) y Joseph Tast´(1787-1849): *Notice d'un Atlas en langue Catalane*. Notes et extraits des manuscrits de la Bibliothèque du roi, vol. XIV, Seconde partie, 1841, pàg. 1-152; los cuales lo publicaron en París como edición fragmentada. Si bien no tiene sentido hablar de escalas en este tipo de mapas, podría suponerse una próxima a 1:650000. resulta evidente que esta bella imagen supera a la de los clásicos mapas de T en O (*Orbis Terrarum*), a pesar de que se aprecie su influencia en el lejano oriente. Se aleja del modelo de portulano al uso, pues añade tanto núcleos urbanos interiores como información altimétrica puntual. Mantiene el sentimiento religioso, no solo por imágenes como las de los Reyes Magos sino también por la representación del paso usado por los israelitas para cruzar el mar Rojo. Es sin duda el mejor atlas de la Edad Media, superando al que formó al Idrisi doscientos años antes. Agustín Hernando dijo de él que era «una de las joyas geográficas, artísticas y culturales más conocidas de nuestro pasado… sus dos cualidades*, logos y retórica* –información y representación–, han hecho de este retablo geográfico una de las creaciones más apreciadas del patrimonio cartográfico, no solamente mallorquín, sino universal».

Diagrama de mareas

LÁMINAS I: MAREAS, ASTRONOMÍA FIDUCIARIA Y HORÓSCOPO





Referente a las mareas, figuran distintos sectores circulares correspondientes a las clásicas direcciones de los vientos. En uno de ellos figuran 14 topónimos del litoral. Incluye además un texto que comenta la marcha de las mareas entre el noroeste de Francia y el estrecho de Gibraltar. En el mes lunar se comenta astrológicamente cada día:…en el tercer día de la luna nació Caín…no es bueno para comprar ni para vender, y tampoco para casarse…en el cuarto día de la Luna nació Abel. Es un día bueno para cualquier trabajo, para entablar un pleito. En la figura desnuda se observa una correspondencia entre sus distintos miembros y los doce signos del zodiaco: Aries empieza por la cabeza (será por lo del carnero), siguiendo con Cáncer, Leo y Virgo en el tronco, terminando con Acuario y Piscis para las extremidades inferiores.

← Mes lunar

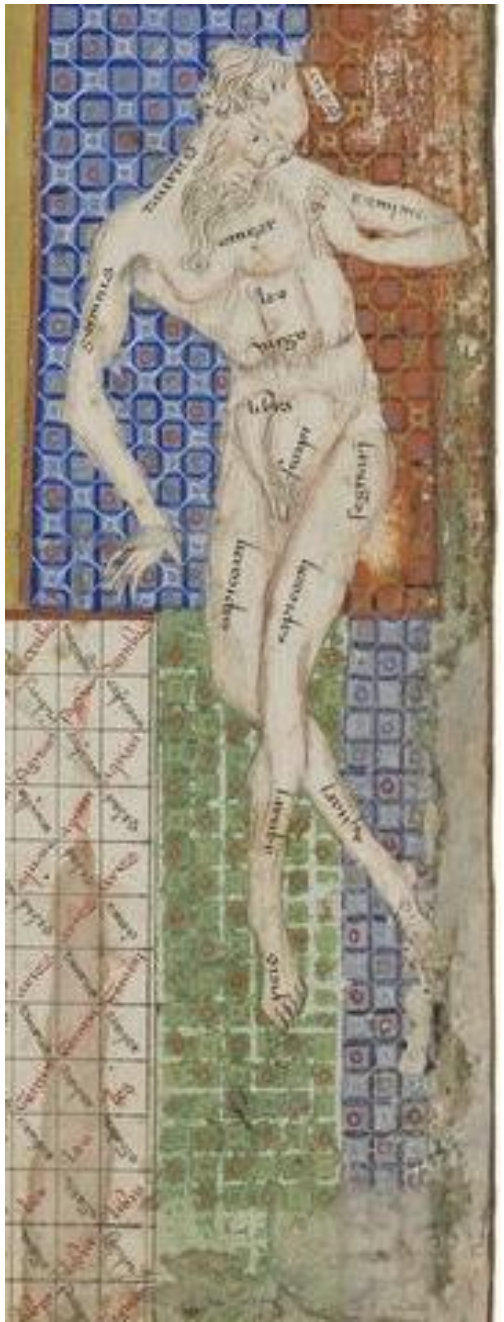
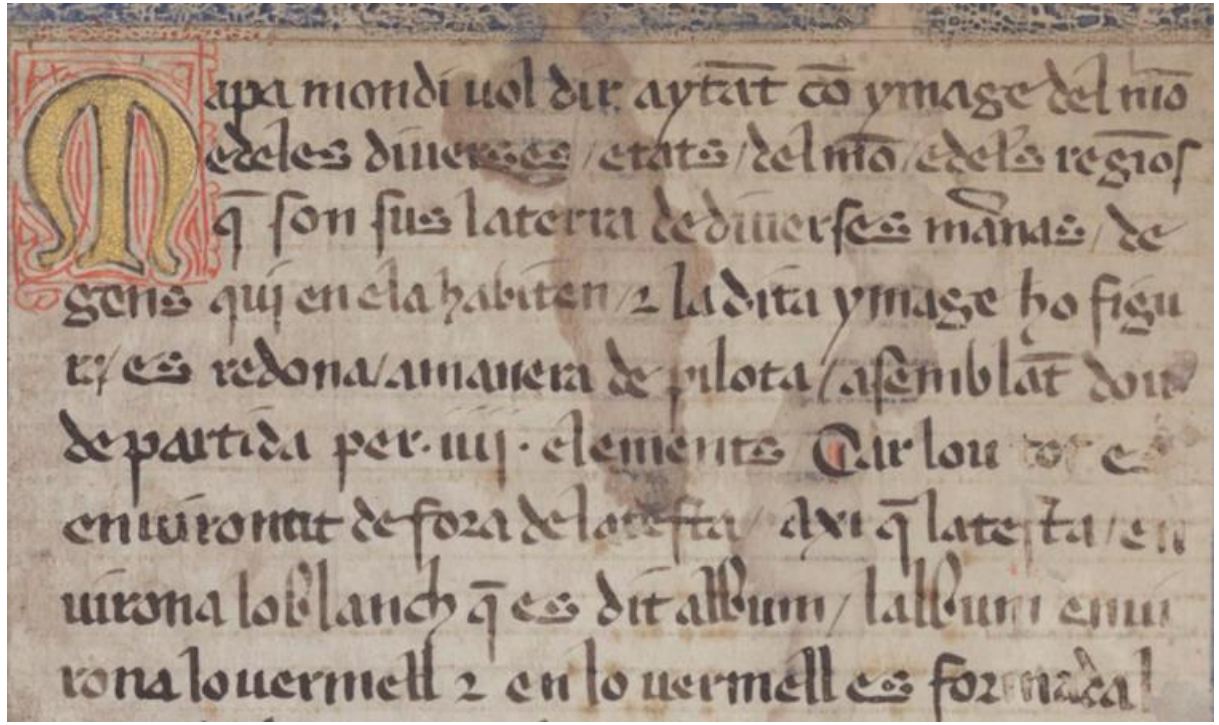
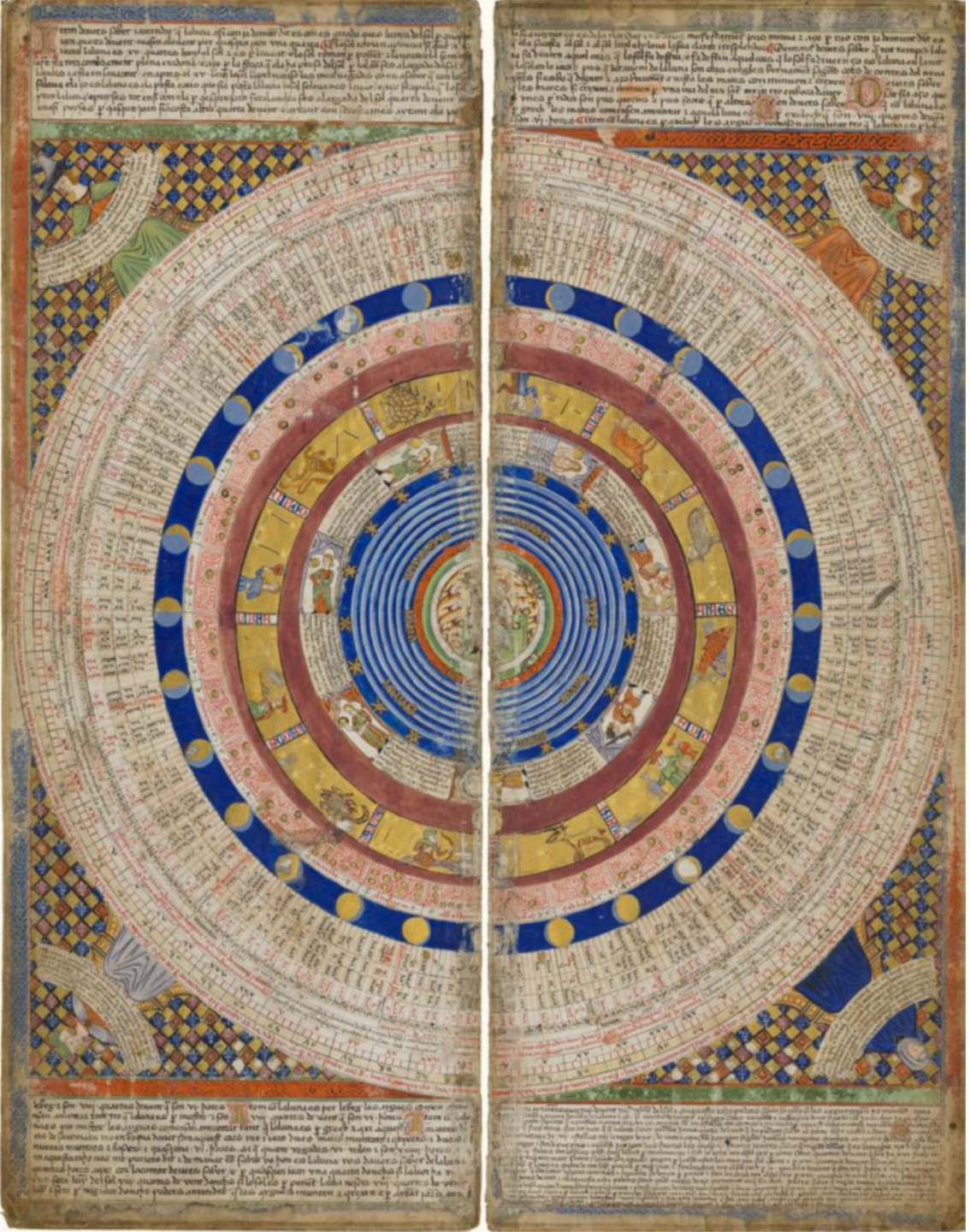


LÁMINA II: DESCRIPCCIÓN DEL MUNDO



Contempla distintos epígrafes: destacando Atmósfera, Cosmología, La Materia, Forma de la Tierra y la división en T. La materia la define como la mezcla de los cuatro elementos fuego, aire, agua y tierra, con la disposición espacial siguiente: el fuego más liviano encima del aire que rodea la Tierra, bajo la cual se encuentra el agua como elemento más pesado; se ajusta por tanto al modelo plasmado magistralmente después en la portada del tríptico pintado por Jheronimus van Aken, el Bosco (c.1450-1516). Describe muy bien la esfericidad terrestre, entendiendo la insignificancia del relieve al compararlo con el radio del globo. Aceptó el tamaño de la Tierra defendido por Tolomeo, cifrando su perímetro en 180000 estadios, en lugar de los 252000 propugnados por Eratóstenes; una hipótesis que solo fue cuestionada seriamente un siglo después, con las expediciones geográficas del Renacimiento.

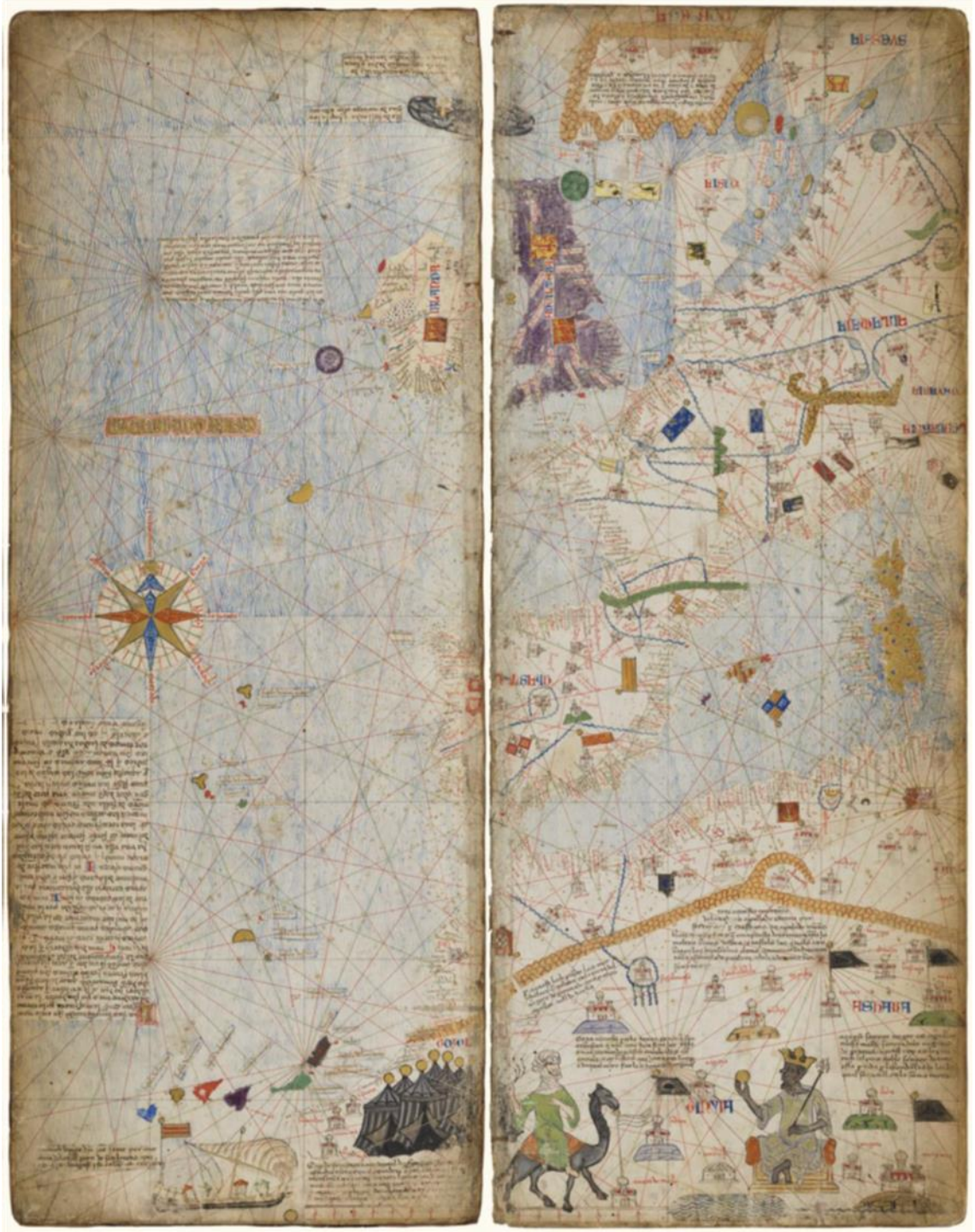


LÁMINAS III Y IV: EL COMPENDIO ASTRONÓMICO

Se detalla en ellas el movimiento diurno, o aparente, de las estrellas, centrándose en el de las componentes de la Osa Mayor (a la que los navegantes llaman carro según Cresques), ya que se podría calcular la hora en función de su posición sobre la bóveda celeste. No obstante, la parte esencial de estas dos hojas es su gran compendio astronómico, que originalmente llevaba incorporado un nomograma móvil. Atendiendo al modelo tolemaico, sitúa al hombre en el centro del mundo; provisto de un astrolabio, envuelto por el agua (corona circular blanca), el aire (corona verde) y de fuego (corona roja). Los planetas figuran, como dioses paganos, en órbitas azuladas, señalando la duración de sus órbitas a través de los signos zodiacales.

LOS SIGNOS DEL ZODIACO Y EL CALENDARIO PERPETUO

Tras los círculos planetarios continuaba la esfera de las fijas (18 estrellas). Sigue después otra corona circular con las moradas de los dioses planetarios: el Sol como rey, Venus como doncella y así sucesivamente hasta llegar a Marte, con la figura de guerrero. Rodeando a los círculos anteriores se sitúan los doce signos del zodiaco, rotulados en rojo y azul, dentro de una corona dorada inscrita en otra roja. A continuación se describe la trayectoria lunar a lo largo de distintas constelaciones, que se identifican con sus nombres árabes. Siguen las fases lunares, para llegar al calendario lunar. Se ultima el cuadro con un verdadero transportador sexagesimal, que envuelve a los cinco círculos del calendario perpetuo, con la letra dominical para fijar el día de la semana y el número de días de cada uno de los meses del año. Mención aparte merece la explicación para calcular el número áureo de cualquier año. Todas las coronas referidas se encuentran en el interior de un cuadrado circunscrito a la última circunferencia, en cuyas esquinas están alegóricamente representadas las cuatro estaciones del año.

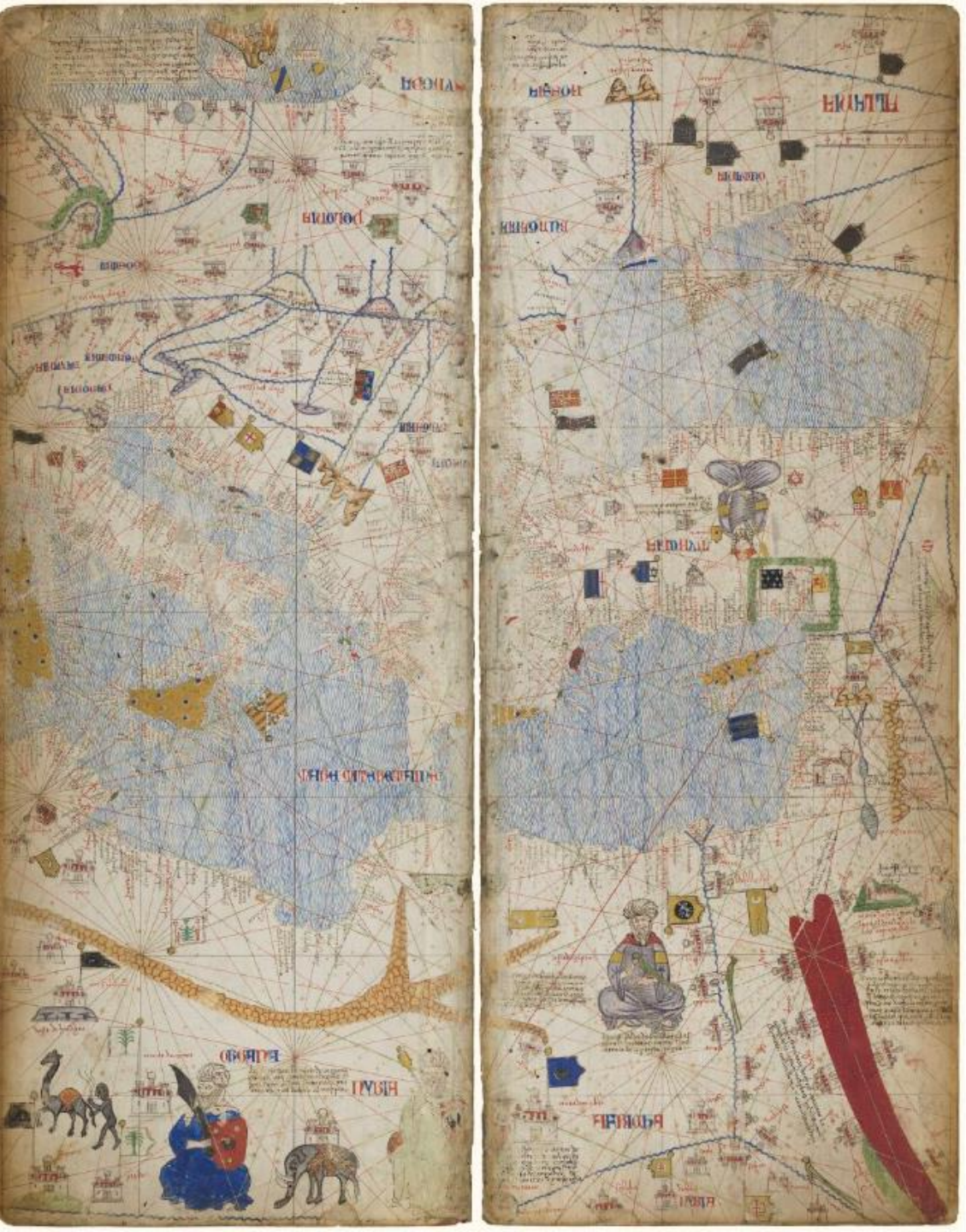


LÁMINAS V Y VI: EL OCCIDENTE DEL MUNDO

Comienza en estas láminas el dibujo del mapa propiamente dicho. En la primera de ellas se representaron Irlanda, el Atlántico, Galicia y la costa de Portugal , amén del litoral NW del continente africano. Se proporciona aquí una información interesante a propósito de la duración de los días y las noches en latitudes polares. La rosa de los vientos y las Islas azores preceden a un texto, que describe las Islas Canarias como afortunadas. Bajo las tiendas nómadas sitúa la escala gráfica, en donde el círculo representa 100 millas y el punto 20. Es de resaltar que quizás sea en este mapa en donde figure localizado por vez primera el reino musulmán de Granada.

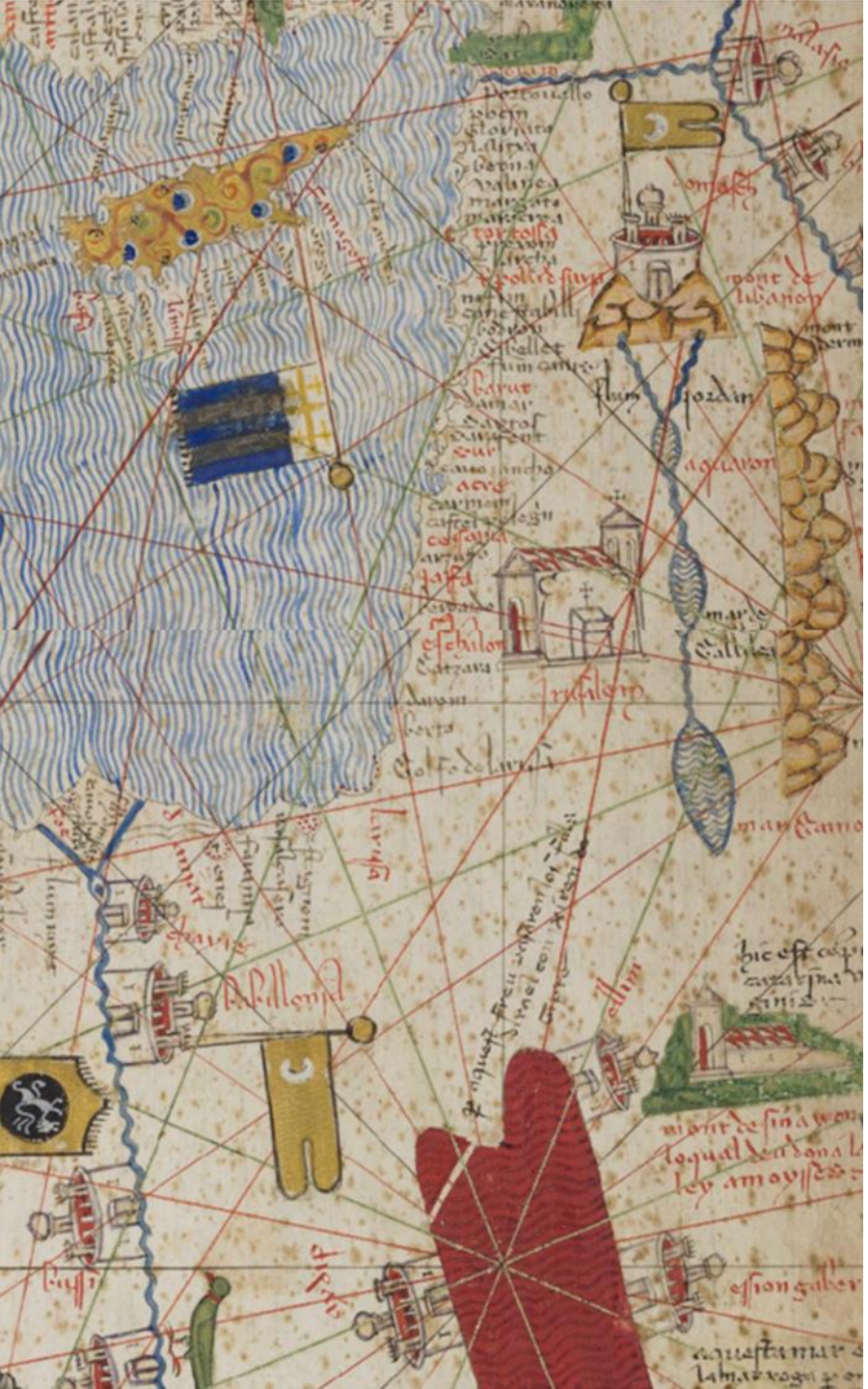
ESCALA GRÁFICA Y PENDÓN NAZARÍ

Siguiendo con la lámina nº 6, yendo de Norte a Sur en sentido horario, se describen la rigurosidad del clima y se localizan topónimos por aquellas latitudes. En el Reino Unido distingue las regiones de Escocia, Inglaterra y País de Gales. En Europa central localiza algunos lugares de los Países Bajos, así como en las cuencas de los ríos Elba, Rin y Danubio. La información sobre Francia es abundante, 135 topónimos, al igual que en el Norte de Italia, emplazando correctamente los Alpes, así como las islas de Córcega y Cerdeña. La franja verde de los Pirineos limita el norte de la zona peninsular aquí representada. Sorprende la fiabilidad de su contorno, con los cabos y golfos más relevantes, con más de 172 rótulos. En el extremo Sur del campo sobresale la imagen de la cordillera del Atlas, como barrera entre el Magreb y el Desierto del Sahara, localizando al sur la mítica ciudad de Ténbuch (Tombuctú).



LÁMINAS VII Y VIII: EL ESPLENDOR DEL MEDITERRÁNEO

En la primera imagen se sitúa al Norte, de modo poco preciso, el mar Báltico. La compleja red hidrográfica que presenta se corresponde con los ríos Oder, Warta, Elba y Danubio. Como ya ocurrió en la parte occidental del Mediterráneo, se proporciona cuantiosa información toponímica en las costas adriáticas y griegas. Igual sucede con la imagen de Italia y Sicilia, con más de 200 nombres, muy similar a la actual; debiendo destacar el gran estandarte del reino de Aragón que aparece junto a ambas. En cuanto al norte de África es reseñable la guerra civil entre los cristianos de los Ergs argelinos y el reino de Nubia, obedientes los primeros a la autoridad del rey de Etiopía; el mítico sacerdote Preste Juan.

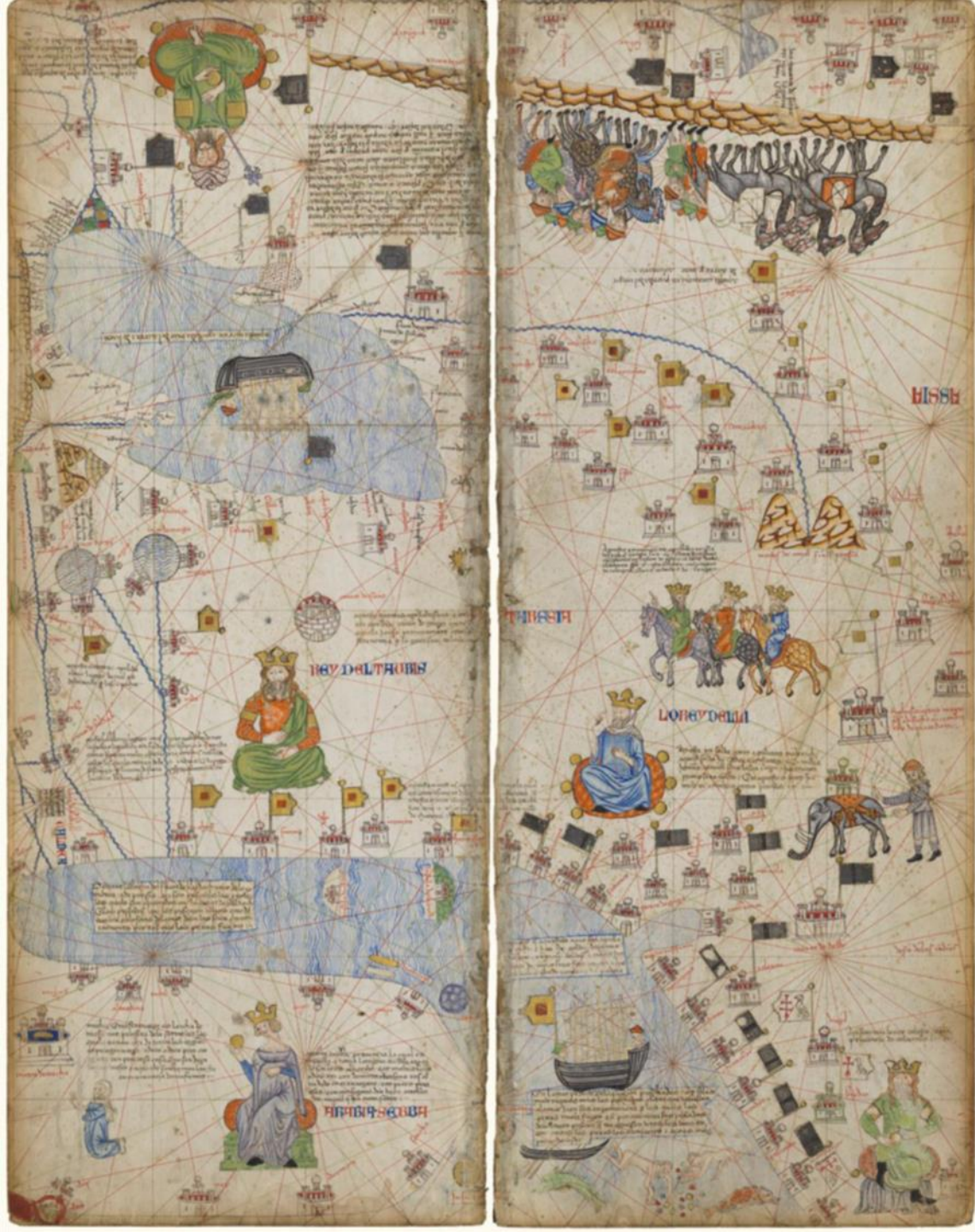


EL LITORAL DE ORIENTE MEDIO

En este extremo de la lámina 8ª sobresale la imagen que representa a la isla chipriota que, como las otras mayores del Mediterráneo, lleva un baño dorado y figura bien localizada con relación al litoral. Palestina presenta una aceptable densidad toponímica, acorde con el nuevo testamento, siendo la Iglesia del Santo Sepulcro la imagen de Jerusalén. En la península del Sinaí, se rotularon muchos lugares con resonancias bíblicas, observándose con toda nitidez el mar Rojo (Cresques aclara que sus aguas no son rojas) e incluso el paso supuestamente usado por los israelitas en su huida de Egipto. Igual de reseñable es el hecho de que se dibujase el Monasterio de Santa Catalina Virgen. En Egipto no podía faltar la ciudad de Alejandría, la traza del Nilo, su delta y la ciudad de Babilonia, cuyos restos quedarían integrados siglos después en el viejo Cairo.

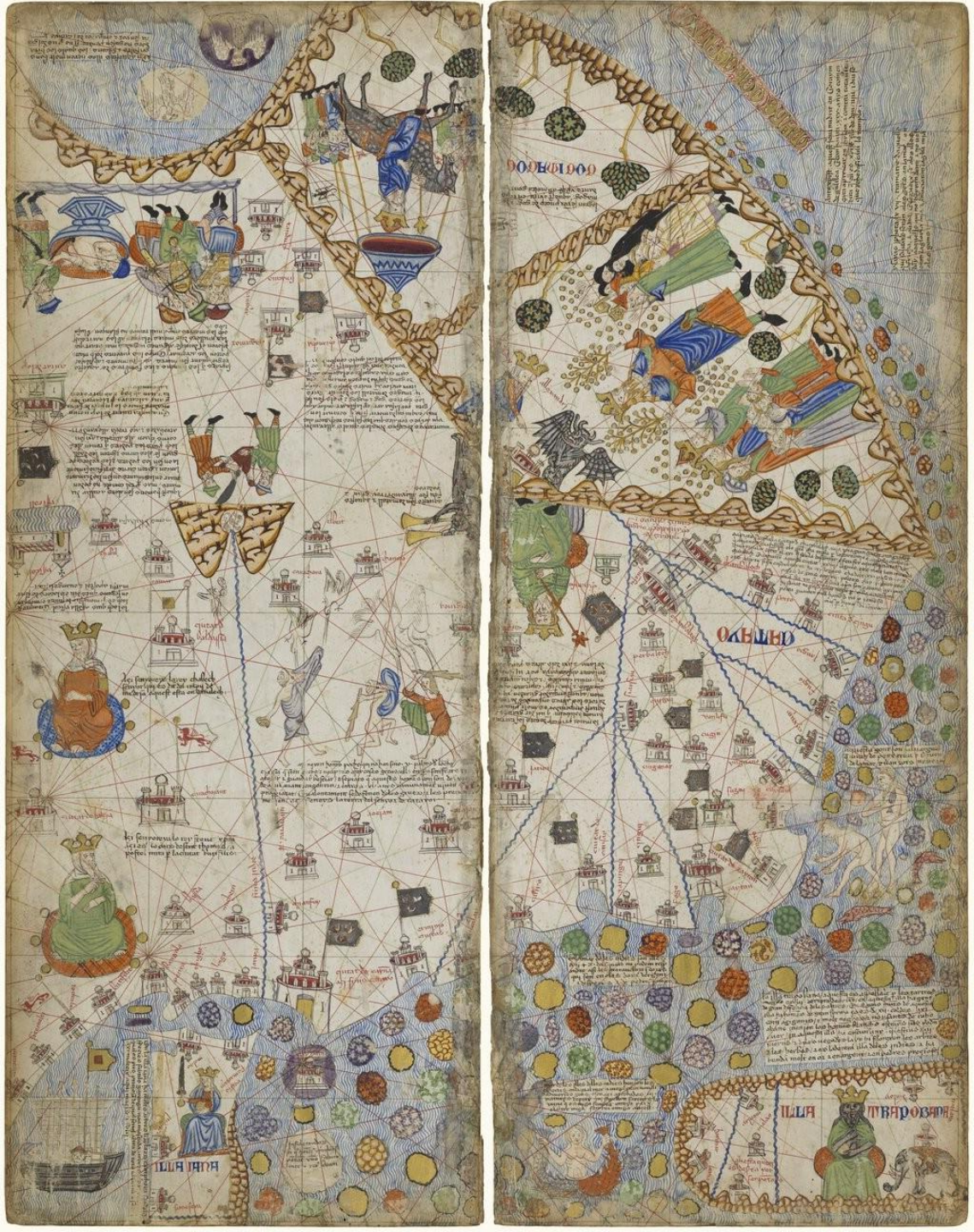
LÁMINAS IX Y X: MESOPOTAMIA Y GOLFO PÉRSICO

Estas dos imágenes tienen especial relevancia en la historia de la cartografía, en tanto que en occidente fue cuando se vieron representados por primera vez aquellos territorios tan lejanos; a pesar de que la información que ofrecían era fruto de los relatos más o menos fiables, como los efectuados por Marco Polo. En la primera figura la zona del mar Caspio, Irán y el resto de Mesopotamia, para finalizar con el Golfo Pérsico y Arabia. En la décima se ofrecía la imagen de Siberia, el Noroeste de China, Afganistán, Pakistán, la India y su océano. En el Norte de la primera se situó al Señor del Sarra (Caspio), relacionado con el imperio escondido de Gengis Khan. Asimismo recoge el curso del río Volga desembocando en el Caspio, en cuya orilla sitúa varias ciudades. Al Noroeste hay un texto en el que se describen las adversidades sufridas por caravanas que hacían la ruta de la seda, junto a un bello dibujo de las mismas.



IRÁN, MESOPOTAMIA Y LA INDIA

En las regiones de Irán y Mesopotamia se localizaron los lagos Van y Urmia, de los cuales fluye el río Tigris hasta el Golfo Pérsico, en el que también desemboca, más al Oeste, el río Eufrates. Al Este de su nacimiento aparecen las montañas en que, según la tradición, se posó el arca de Noé tras el diluvio. Siguiendo con la misma influencia llega a ubicar la torre de Babel al Noroeste del golfo y en la orilla izquierda de dicho río. En el Norte de la décima lámina apenas se proporciona información sobre Siberia, predominando tan solo la caravana que se dirige a China procedente del Caspio. La parte de Asia está repleta de ciudades, mal localizadas, sobresaliendo la legendaria Samarkanda al Noroeste de unas montañas que marcan la frontera con Persia. Entre la región anterior y el sultanato de Delhi, situó Cresques los tres Reyes Magos (ninguno de los cuales es negro). Representó bajo ellos la figura del gran sultán que gobernaba ese país, rico en oro y piedras preciosas, con un gran ejército y 700 elefantes.



LÁMINAS XI Y XII: EL CONFÍN DEL MUNDO

En esta parte del mapamundi se dejan sentir demasiado el peso de las concepciones clásicas de los mapas de T en O y de los Beatos, observándose incluso una parte del río amargo en el extremo noreste de la última lámina; de modo que la información fiable brilla por su ausencia, al contrario de su riqueza artística. Los enclaves urbanos que figuran, en estas dos imágenes, son de Asia, India, China y algunas islas. Sitúa la ciudad de Lop, nudo en el que se bifurcaban las rutas de la seda procedente de Xián. En el Sureste de la undécima lámina se representa el imperio del Gran Khan, siendo la actual Cantón en el litoral. También dibuja en la India (Sureste de la imagen) el río Brahmaputra y se rotulan una serie de topónimos mal localizados. El extremo Noroeste del atlas lo baña el océano, como fin del orbe conocido. Bajando a su parte central aparece la capital Chambalech, sede del Gran Khan y futura Pekín, así como una secuencia desordenada de ciudades.

EL ANTICRISTO, GOG Y MAGOG

La influencia religiosa en este extremo del mapaamundi es del todo evidente, por la cantidad de referencias bíblicas y evangélicas que contiene, bastando como muestra la localización de Gog y Magog como un país, con su rey a caballo, totalmente aislado hasta el final de los tiempos. Junto a él se encuentra el Anticristo, con su corte de monjas, frailes, seglares y hasta niños esperando que caiga oro de los árboles que sacude; una de las imágenes más conseguidas de esta obra. La representación incluye al Diablo y a Alejandro Magno, rodeados de montañas, simbolizando así el aislamiento a que ha de estar sometido el Anticristo, en tanto le llegue la hora de intervenir en los tiempos previos al fin del mundo.

Se conserva este monumento cartográfico en el Departamento de manuscritos de la Biblioteca Nacional de Francia (Espagnol 30)

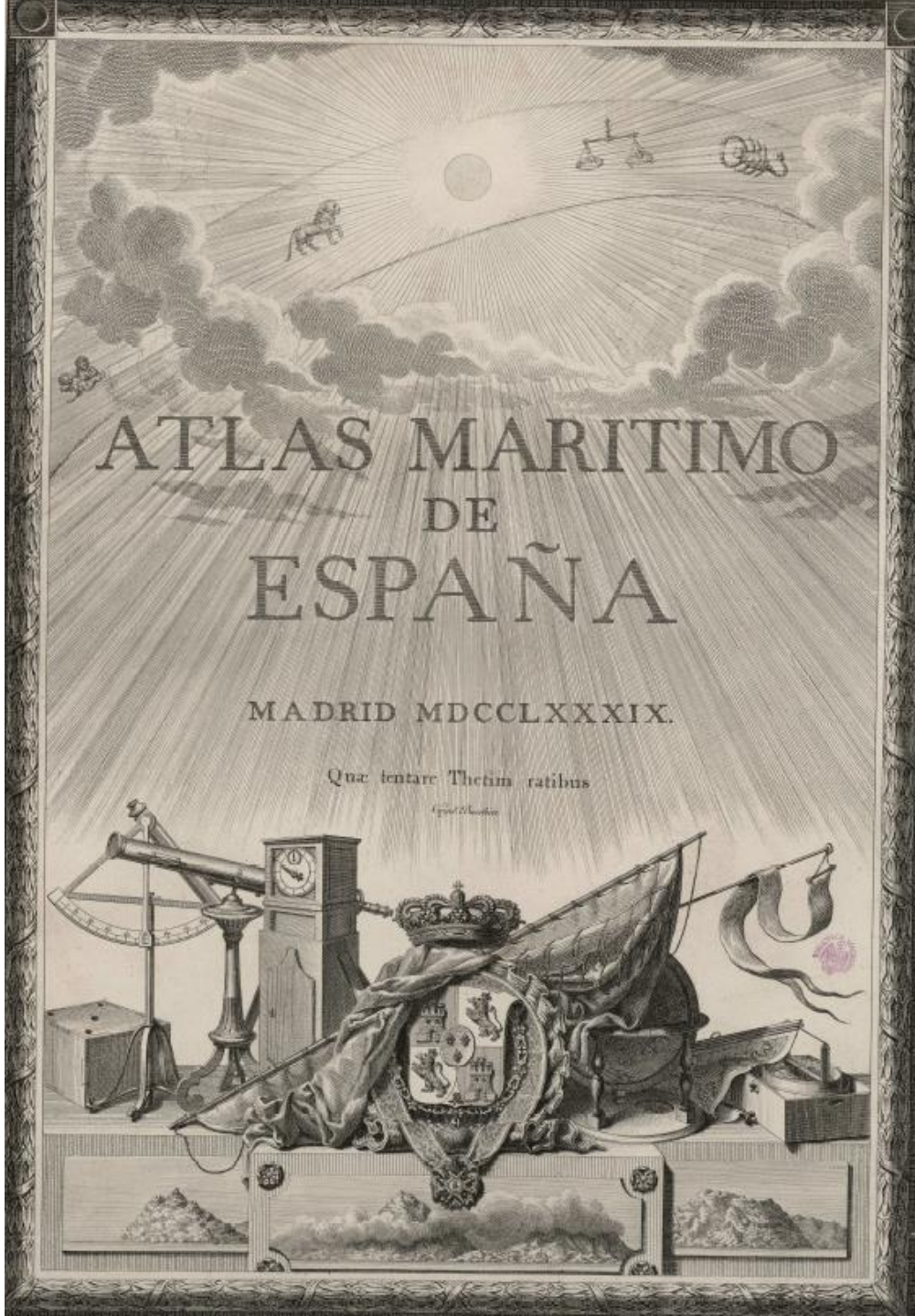
José Espinosa y Tello (1763-1815)

Prototipo de marino ilustrado, con sólidos conocimientos astronómicos y cartográficos, que llegó a ser Teniente General de la armada y primer directo del Depósito Hidrográfico. Espinosa nació en el seno de una familia sevillana acomodada, que le dio la educación necesaria para que pudiese ingresar en la real Compañía de Guardia marinas del Ferrol (1778), donde «demostró tener predisposición para las ciencias exactas, constante aplicación al estudio y conducta ejemplar» (María Pilar Cuesta Domingo: *José Espinosa y Tello, su aportación a la historia de la hidrografía*. Tesis Doctoral. UCM.2002). Sus conocimientos cartográficos los aplicó por primera vez cuando participó en la conquista de Florida (17819, completando los astronómicos al integrarse en el Observatorio de Cádiz (1783); dirigido por Vicente Tofiño, a quien se le había encomendado el levantamiento de las costas de España. Espinosa fue elegido como uno de los oficiales llamado a colaborar en tan novedoso proyecto científico, destacando de inmediato en las observaciones propias de la astronomía geodésica, y particularmente en la formación de las cartas náuticas del Cantábrico.

Es sabido que el proyecto se sustanció en el año 1789, al publicarse el *Atlas Marítimo de España*; una representación cartográfica rigurosa del litoral español, que permitió calcular por vez primera la superficie limitada por el mismo.

Durante los trabajos de campo, los cuatro oficiales que colaboraron con Tofiño fueron conscientes de la necesidad de formar un Mapa de España, de acuerdo con los principios metodológicos de su tiempo; de hecho, formularon una propuesta al Gobierno en ese sentido, sin que fuesen atendidos. Espinosa insistió en ello, y en el año 1792 presentó su propio plan: determinación astronómica (cálculo de las coordenadas geográficas) de los puntos principales del territorio, con la medida de las distancias itinerarias entre ellos, y obtención de sus altitudes barométricas; como paso previo a la unión de todos los puntos mediante una triangulación extendida por todo el reino. En este caso tampoco tuvo éxito, aunque al parecer se reconoció el mérito de su iniciativa.

Sin embargo, no fue esa la única propuesta de los oficiales, ya que en 1787 presentaron un plan que facilitaría la navegación por las costas septentrionales de América y que fue aprobado (1788); si bien Espinosa solicitó que se aplazara su ejecución, por haber sido

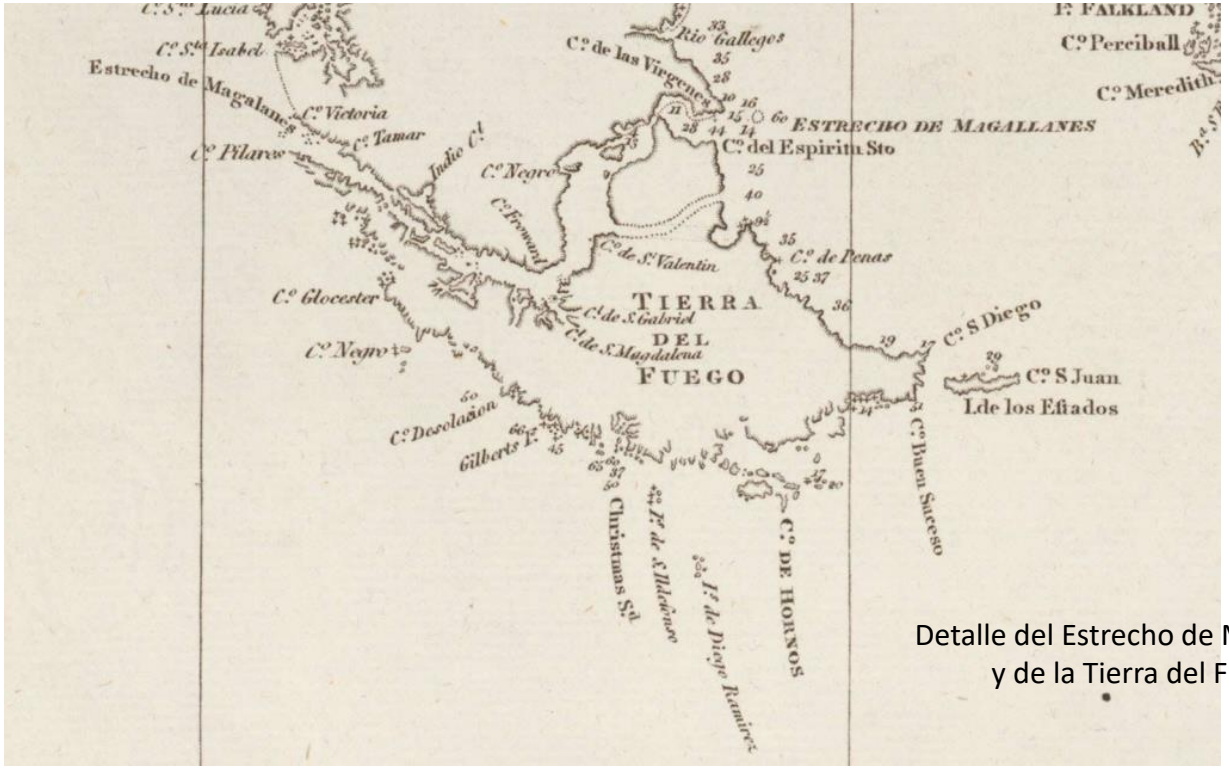


convocado por A. Malaspina para unirse a la ambiciosa travesía transoceánica (1789-1794) que se estaba preparando. Curiosamente se le llamó coloquialmente *Expedición vuelta al mundo*, recordando sin duda la celebrada expedición magallánica del siglo XVI.

Espinosa no pudo zarpar con el resto de los expedicionarios , por motivos de salud, aunque se uniera a ellos en Acapulco (febrero de 1791); procedente de Veracruz, donde lo había dejado el barco que salió de Cádiz (noviembre de 1790). En el trayecto por tierra entre las dos ciudades obtuvo las coordenadas geográficas de ellas y de la ciudad de Méjico. Cumpliendo con el objetivo principal previsto por Malaspina, Espinosa recopiló toda la información geográfica necesaria para formar las cartas náuticas de las costas del océano Pacífico, sobresaliendo la observación de eclipses, con el fin de hallar la longitud del lugar. Curiosamente, aprovechó su presencia en Manila para ultimar la redacción de su plan para confeccionar el Mapa de España, que ya ha sido referido. Cuando ya estaban de regreso, tuvo que abandonar la expedición a causa del escorbuto. Para restablecerse desembarcó en el Callao (Perú) junto a Felipe Bauzá y Cañas (1764-1834), enfermo de asma. Una vez recuperados, emprendieron ambos una expedición, complementaria de la anterior, que los llevó a Santiago de Chile y a Buenos Aires, una vez atravesada la cordillera andina. Durante el primer cuatrimestre del año 1794, recorrieron el trayecto y efectuaron las observaciones astronómicas pertinentes para hallar tanto la latitud como la longitud, completándolas con el

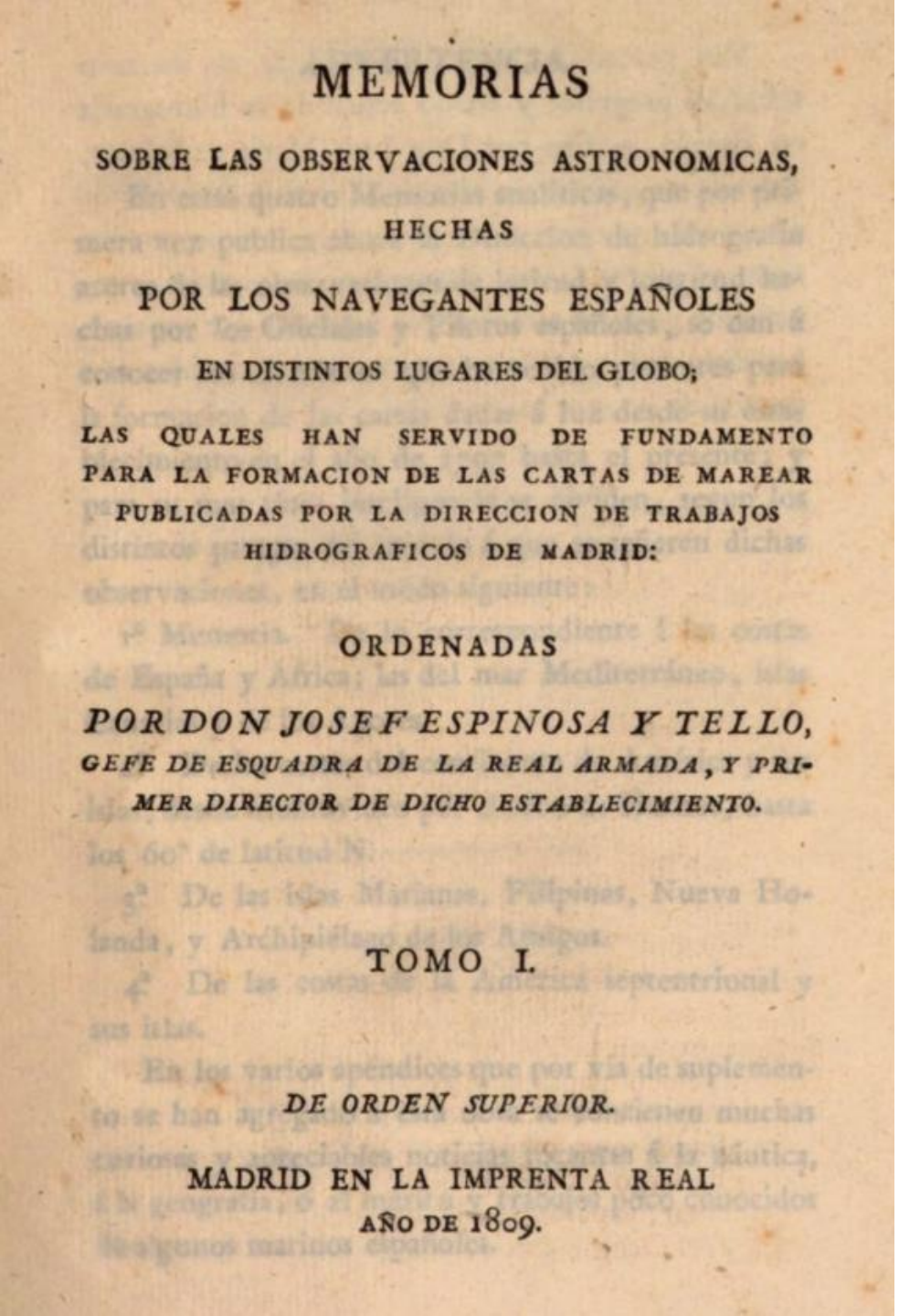
cálculo de las altitudes con el barómetro, así como con el estudio de la velocidad del sonido. Apoyándose en los datos anteriores publicaron, en el año 1810, el *Plano de la dirección del Camino principal de la Cordillera que guía de la ciudad de Santiago a la de Mendoza* y la *Carta esférica de una parte de la América Meridional para manifestar el camino que conduce de la ciudad de Valparaíso a la de Buenos Aires*.

La escala gráfica de la *Carta esférica* lleva un pitipié dividido en millas, las longitudes se refirieron al meridiano de Cádiz, el margen oriental está dividido en grados de latitud y el occidental en leguas. La singularidad de la información marginal, estriba en que se indican cuatro signos convencionales para identificar las estaciones en que se calculó la latitud y longitud, señalando asimismo el procedimiento empleado: a) latitud determinada en tierra por observaciones astronómicas, b) longitud por relojes marinos, c) longitud determinada astronómicamente, d) longitud por distancias.



Detalle del Estrecho de Magallanes y de la Tierra del Fuego

La experiencia acumulada por Espinosa durante las expediciones en que participó, fue reconocida de inmediato al nombrarlo primer Director del depósito Hidrográfico, un Centro cartográfico de primer nivel que fue creado el 6 de agosto de 1797. Su labor al frente del mismo resultó crucial para el progreso de la cartografía náutica en España. Durante la invasión francesa se exilió en Londres, aunque siguiera cumpliendo desde allí con su cometido; de hecho, MP. Cuesta Domingo concretó los ejemplos siguientes: «la Carta general del océano Atlántico septentrional, la Carta general del océano Atlántico meridional, la de las Antillas Mayores y del Seno Mexicano, la de las costas de España y del Mediterráneo hasta Sicilia, la del Mediterráneo hasta el mar Negro, la de Baleares y la carta de las navegaciones a la India Oriental; también se ocupó de la impresión del Almanaque náutico español y cumplió con cuanto se le requería desde España».



MEMORIAS

SOBRE LAS OBSERVACIONES ASTRONOMICAS,

HECHAS

POR LOS NAVEGANTES ESPAÑOLES

EN DISTINTOS LUGARES DEL GLOBO;

LAS QUALES HAN SERVIDO DE FUNDAMENTO PARA LA FORMACION DE LAS CARTAS DE MAREAR PUBLICADAS POR LA DIRECCION DE TRABAJOS HIDROGRAFICOS DE MADRID:

ORDENADAS

POR DON JOSEF ESPINOSA Y TELLO,

GEFE DE ESQUADRA DE LA REAL ARMADA, Y PRIMER DIRECTOR DE DICHO ESTABLECIMIENTO.

TOMO I.

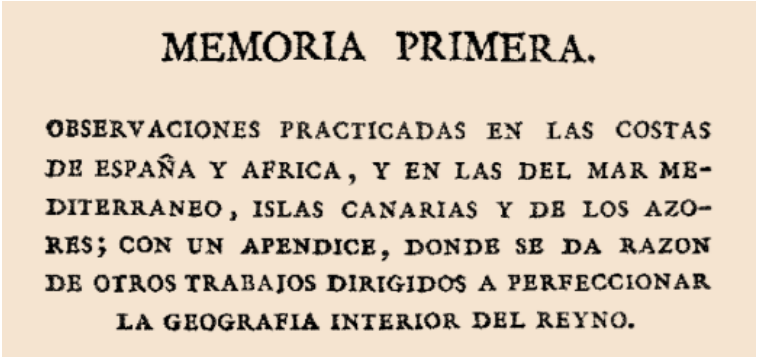
DE ORDEN SUPERIOR.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL

AÑO DE 1809.

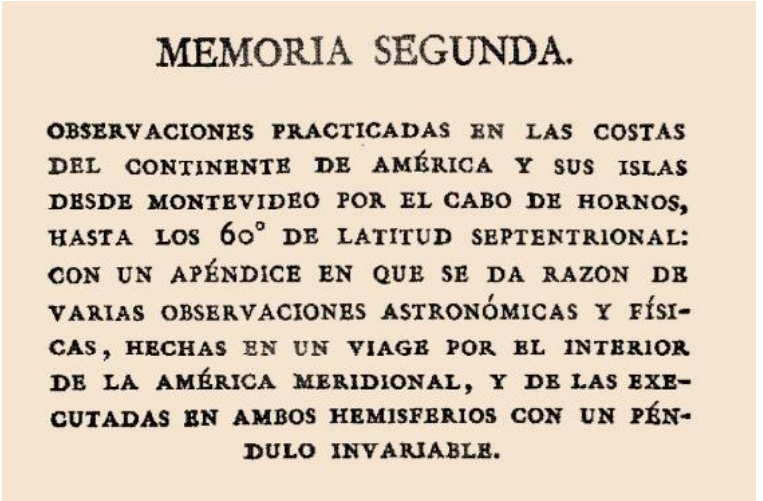
Hasta ahora se ha hecho mayor énfasis en los conocimientos cartográficos de Espinosa, sin que ello signifique que los astronómicos y geodésicos fuesen menores. La prueba más evidente de la solidez de estos últimos se encuentra en su excelente publicación de 1809: *Memorias sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles en distintos lugares del globo, las quales han servido de fundamento para la formación de las cartas de marear publicadas por la Dirección de Trabajos Hidrográficos de Madrid*, presentada en dos tomos. Se trata de un verdadero diario científico de imprescindible lectura para todos los interesados en estas disciplinas, que requeriría un estudio monográfico. El libro lo encabeza un concienzudo capítulo introductorio, firmado por Luis María de Salazar y Salazar (1758-1838), a la sazón Intendente general de Marina. A todo lo largo del texto se constata un marcado protagonismo de toda la pléyade de marinos ilustres, que lograron situar a España en la cumbre de la ciencia. En él se detallaron las observaciones astronómicas, geodésicas, geográficas y meteorológicas que se efectuaron en diferentes partes del mundo; estructurándolas en las cuatro Memorias siguientes:

I) De lo correspondiente a las costas de España y África; las del mar Mediterráneo, islas Canarias y de los Azores; II) De las costas del continente de América y sus islas y desde Montevideo por el cabo de Hornos hasta los 60º de latitud N; III) De las islas Marianas, Filipinas, Nueva Holanda y Archipiélago de los Amigos; IV) De las costas de la América septentrional y sus islas.


MEMORIA PRIMERA.

OBSERVACIONES PRACTICADAS EN LAS COSTAS DE ESPAÑA Y AFRICA, Y EN LAS DEL MAR MEDITERRANEO, ISLAS CANARIAS Y DE LOS AZORES; CON UN APENDICE, DONDE SE DA RAZON DE OTROS TRABAJOS DIRIGIDOS A PERFECCIONAR LA GEOGRAFIA INTERIOR DEL REYNO.

La información proporcionada es tan variada como valiosa, incluyendo los datos técnicos medidos o calculados en cada una de las observaciones. Entre las astronómicas figuran las del Sol en el instante de su paso por el meridiano y la de ciertas estrellas en el instante de su culminación, para determinar así la latitud de diferentes lugares. De igual modo se detallaron las efectuadas para obtener el valor de la longitud. Observación de las emersiones y ocultaciones de los satélites de Júpiter, o la medida de las distancias entre la Luna y las estrellas; con relación a esta cuestión ha de subrayarse la buena relación que


MEMORIA SEGUNDA.

OBSERVACIONES PRACTICADAS EN LAS COSTAS DEL CONTINENTE DE AMÉRICA Y SUS ISLAS DESDE MONTEVIDEO POR EL CABO DE HORNOS, HASTA LOS 60° DE LATITUD SEPTENTRIONAL: CON UN APÉNDICE EN QUE SE DA RAZON DE VARIAS OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS Y FÍSICAS, HECHAS EN UN VIAGE POR EL INTERIOR DE LA AMÉRICA MERIDIONAL, Y DE LAS EXECUTADAS EN AMBOS HEMISFERIOS CON UN PÉNDULO INVARIABLE.

mantenían los marinos españoles y otros astrónomos europeos, cuyo concurso resultaba imprescindible por haber realizado observaciones análogas del mismo fenómeno astronómico (la longitud se hallaba como diferencia entre las horas locales). Otra de las observaciones reseñadas fue la del tránsito de Venus (1761), practicadas en Cádiz, por Gerardo Henay (ca. 1730-1768) y Vicente Tofiño, y que permitió fijarla en 34^m 45^s al Oeste del meridiano del observatorio de París. Sorprende las numerosas determinaciones de las dos coordenadas geográficas que se realizaron, como certifican las tablas en que se listan todos los lugares con los valores correspondientes.

Peter Dollond
(1731-1820)

Anteojo acromático
con montura ecuatorial

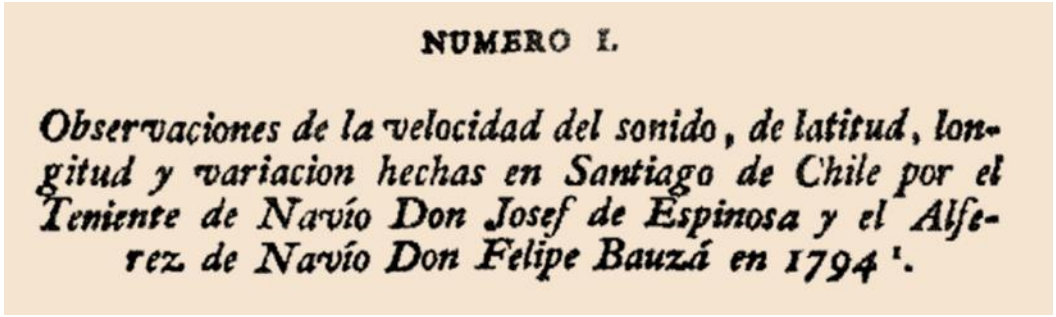
Reloj de longitud

Ferdinand Berthoud (1727-1807)

En este capítulo astronómico, se aporta pormenorizada relación de los instrumentos usados durante la expedición de Malaspina, concretándolos para sus dos corbetas. *Descubierta*: un cuarto de círculo astronómico de Ramsden, ocho sextantes y un círculo de reflexión, un anteojo ecuatorial de Dollond, dos anteojos acromáticos grandes, uno ídem menor, un péndulo astronómico, un péndulo simple constante, dos teodolitos, el reloj de longitud de Berthoud nº 13, los cronómetros de Arnold números 61 y 72, con su acompañante número 344, un reloj de segundos para comparaciones, una aguja de inclinación de Nairne, dos agujas acimutales, dos barómetros marinos, varios termómetros, varios anteojos para objetos terrestres, un eudiómetro de Fontana, una balanza hidrostática, un microscopio y diferentes utensilios de geodesia e historia natural.

Atrevida: un cuarto de círculo astronómico de Sisson, ocho sextantes de reflexión, un anteojo acromático grande, dos medianos, dos teodolitos, el reloj de longitud Berthoud nº 10, el reloj de faltriquera Arnold nº 105, propio del Comandante, el cronómetro de Arnold nº 71, con su acompañante nº 351, una aguja de inclinación de Nairne, dos agujas acimutales, dos barómetros marinos, varios termómetros, varios anteojos para objetos terrestres, un eudiómetro de Fontana y diferentes utensilios de geodesia e historia natural.

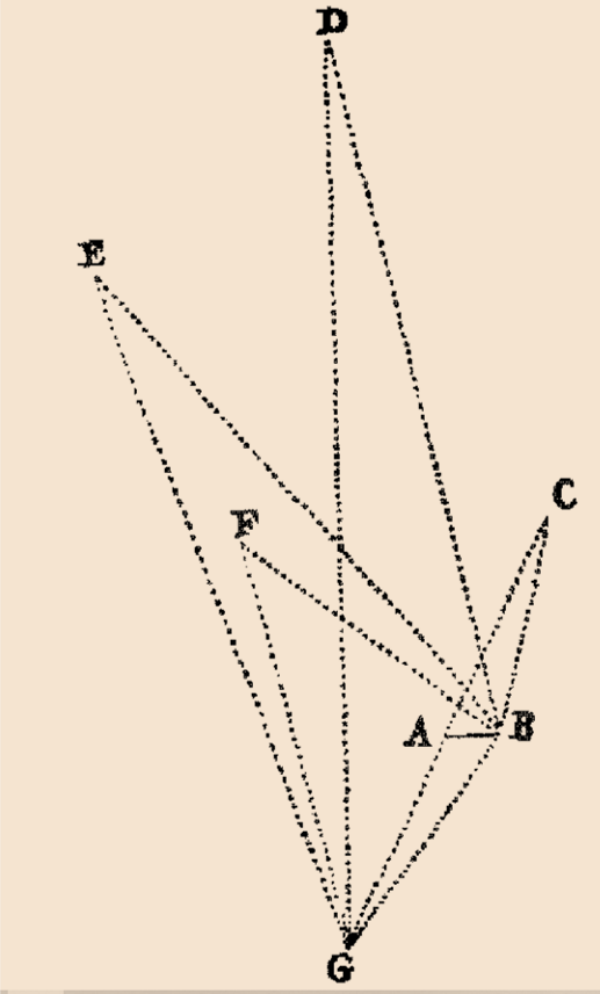
En el apéndice de la primera memoria se comentaron las diversas propuestas de los oficiales de la real armada para formar la carta de España, a la vez que se refirieron las observaciones astronómicas hechas en Madrid, acompañándolas con una relación de las latitudes y longitudes que habían observado en otros pueblos de España. Entre las propuestas anteriores figuraba naturalmente la ya citada de Espinosa, con todo lujo de detalles: el instrumental necesario, por ejemplo, «Los instrumentos pedidos a Londres se reducen principalmente al sector de 6 pies de radio por lo menos, a dos cuartos de círculo de 2, y a dos teodolitos de 1. Yo estoy y estaré siempre por los instrumentos de mayor radio para las operaciones prolijas, y creo que para los triángulos de la meridiana serán preferibles los cuartos de circulo».


NUMERO I.

Observaciones de la velocidad del sonido, de latitud, longitud y variacion hechas en Santiago de Chile por el Teniente de Navío Don Josef de Espinosa y el Alferez de Navío Don Felipe Bauzá en 1794 [1].

Espinosa incluyó como anexo I de la segunda memoria las observaciones que realizó, junto a Bauzá en su azaroso viaje desde Callao de Lima hasta Buenos Aires; el texto se inicia con la siguiente advertencia de los autores:

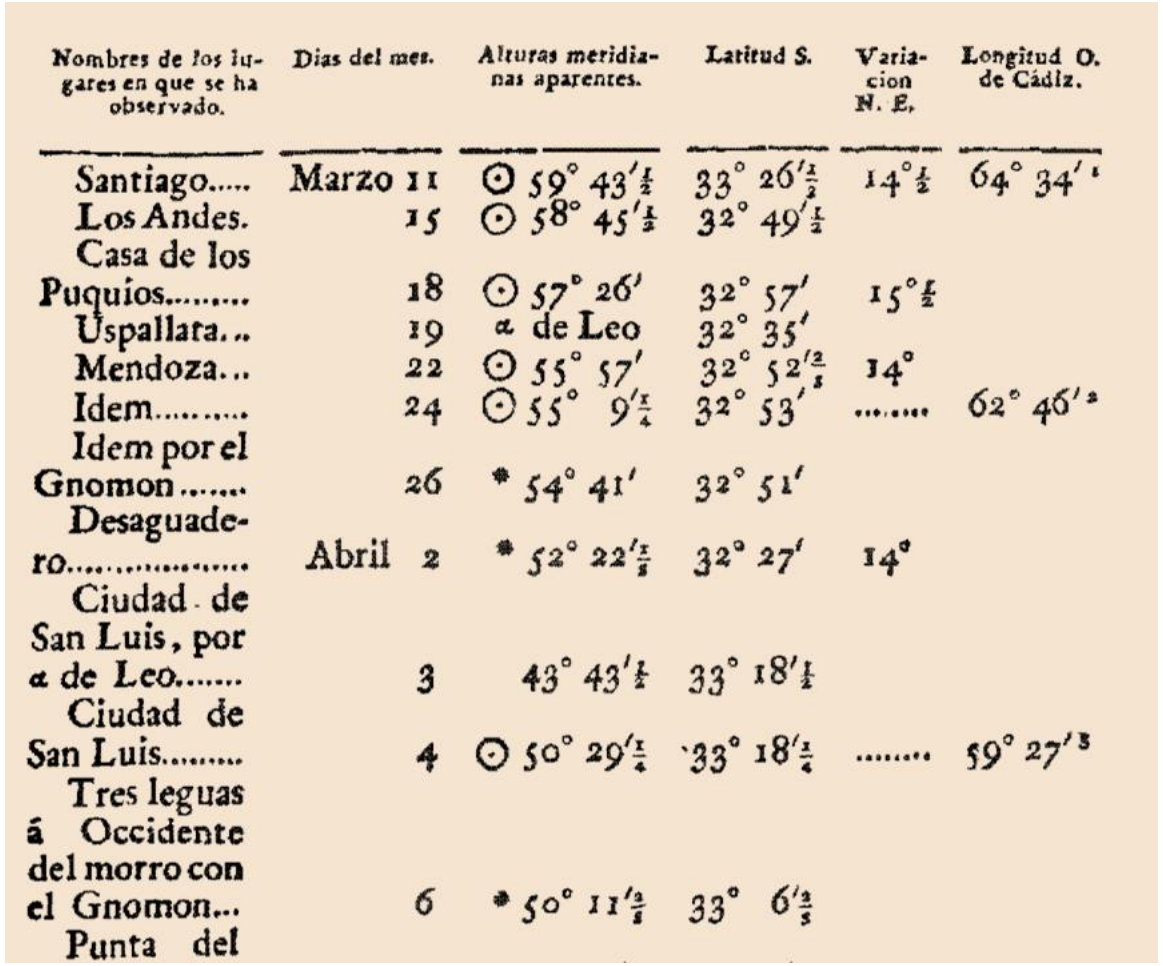
«Las observaciones que Incluye este número las hicimos por mera afición, con motivo de restituirnos de Valparaíso a Buenos Aires por tierra a procurar nuestra incorporación con las corbetas Descubierta y Atrevida, de cuyos buques habíamos desembarcado en Lima muy enfermos. Practicamos asimismo en nuestro viaje muchas operaciones geodésicas, y adquirimos varios planos, descripciones y noticias geográficas, qué corregidos con aquellas latitudes y longitudes observadas, han servido para formar una carta particular de la cordillera y las pampas, la cual se está grabando actualmente en la Dirección hidrográfica».



El procedimiento que siguieron para deducir la velocidad del sonido fue ilustrado con la figura adjunta, en la que AB fue la base de partida y los puntos C, D, E y F, otros suficientemente alejados de los dos primeros; las líneas punteadas simbolizan la inter visibilidad de los extremos. La base fue señalizada con estacas de diez en diez toesas sobre un terreno sensiblemente horizontal, y medida con tres perchas de tres pulgadas de grueso y de nueve pies de largo cada una; resultando tras hacerlo en los dos sentidos 2900 pies franceses (≈ 938.63 m). los ángulos de todos los triángulos se midieron con un teodolito Ramsden, pudiendo así resolverlos y calcular los valores de los lados: BC (13841 pies), BE (43365 pies), BG (9557 pies), BF (29558 pies) y BD (50316 pies). Concluida la operación topográfica, se instaló un cañón en el punto B y se procedió

a determinar las horas, minutos y segundos en que se vio el destello del disparo y se oyó el ruido correspondiente; así se procedió anotando el tiempo, marcado por dos buenos relojes de segundos, en los puntos E, D, F y C, durante las noches de los días 13 y 17 de enero. Conocidas las demoras en todos ellos se pudieron determinar las velocidades, una vez reducidos los pies a toesas, que se indican: 190.2 t/s (E), 193.5 t/s (D), 189.5 t/s (F) y 189.6 t/s (C); en los cuatro casos se acompañaron las tomas de hora con las lecturas barométricas y termométricas.

A continuación, resumieron las observaciones astronómicas efectuadas en Santiago de Chile, en los meses de enero y marzo de 1794. El 11 de marzo observaron las alturas meridianas del Sol, fijando el valor de la latitud en 33º26´5´´ Sur. La relativa a la longitud se consiguió a partir de la inmersión total del primer satélite de Júpiter, resultando 64º34´45´´ al Oeste de Cádiz; aunque también la determinaron apoyándose en un eclipse de Luna (64º32´30´´Oeste; que una vez promediado con el anterior quedó en 64º 34´, «en números redondos». Además de las observaciones anteriores realizaron otras de temperatura, presión y de la declinación magnética. En la última parte del apéndice se recogen las que llevaron a cabo en el trayecto de Santiago de Chile a Mendoza y a Buenos Aires, en marzo y abril de ese mismo año, ilustrándola con las tablas correspondientes, aunque solo se reproduzca aquí, parcialmente, la astronómica y magnética.



Nombres de los lugares en que se ha observado.	Dias del mes.	Alturas meridianas aparentes.	Latitud S.	Variacion N. E.	Longitud O. de Cádiz.
Santiago.....	Marzo 11	⊙ 59° 43′½	33° 26′½	14°½	64° 34′
Los Andes.	15	⊙ 58° 45′½	32° 49′½		
Casa de los Puquios.....	18	⊙ 57° 26′	32° 57′	15°½	
Uspallata...	19	α de Leo	32° 35′		
Mendoza...	22	⊙ 55° 57′	32° 52′⅔	14°	
Idem.....	24	⊙ 55° 9′¼	32° 53′	.....	62° 46′
Idem por el Gnomon.....	26	* 54° 41′	32° 51′		
Desaguadero.....	Abril 2	* 52° 22′⅓	32° 27′	14°	
Ciudad de San Luis, por α de Leo.....	3	43° 43′½	33° 18′½		
Ciudad de San Luis.....	4	⊙ 50° 29′¼	33° 18′¼	.....	59° 27′
Tres leguas á Occidente del morro con el Gnomon...	6	* 50° 11′⅔	33° 6′⅔		
Punta del					

«El tiempo hermoso, la precisión de ver amanecer y de correr todavía algunas horas después de puesto el Sol en las llanuras interminables de las Pampas, y el deseo de sacar algún partido del tiempo, nos movió a observar muchas veces la duración del crepúsculo, y a calcular la depresión del Sol cuando apuntaba o se confundía en el horizonte la luz crepuscular»

NUMERO III.

Experiencias sobre la gravedad hechas con un péndulo invariable en los puertos de Europa, América y Asia, mar Pacífico y Nueva Holanda en el viage de las corbetas Descubierta y Atrevida.

El tercer apéndice de esta segunda Memoria revela que en la expedición de Malaspina se efectuaron observaciones gravimétricas, en las que Espinosa fue protagonista de excepción, las cuales fueron ordenadas por el ministro de marina Antonio Valdés y Fernández Bazán 81744-18169 el 20 de diciembre de 1790. El propio Espinosa indicó como procedieron los tres operadores al hacer las medidas pendulares: «Dos contaban el número de vibraciones del péndulo simple durante una hora, alternando de minuto en minuto en el cuidado de pronunciarlas en voz alta, mientras el tercero atendía al reloj del Observatorio, y apuntaba el segundo de tiempo en que oía la voz del que contaba al péndulo simple. De este modo logramos aproximar las experiencias entre sí, sin que se apartasen sus resultados más de un medio segundo». No obstante, el procesamiento de los datos observados era tan complejo, que se vieron obligados a solicitar la colaboración de G. Ciscar: «…pero para sacar consecuencias de estas observaciones delicadas se requería que las manejase un matemático profundo. Por esto recurrimos al Brigadier Don Gabriel de Ciscar, quien por un efecto de su amor a las ciencias y de la amistad que nos une, ha tenido la condescendencia de calcular dichas observaciones, y sacar de ellas los resultados que contiene el escrito que ponemos a continuación (*Consecuencias que se deducen de las observaciones hechas con el péndulo invariable. Por Don Gabriel de Ciscar, Brigadier de la Real Armada*)».

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología
Eulogia Merle.

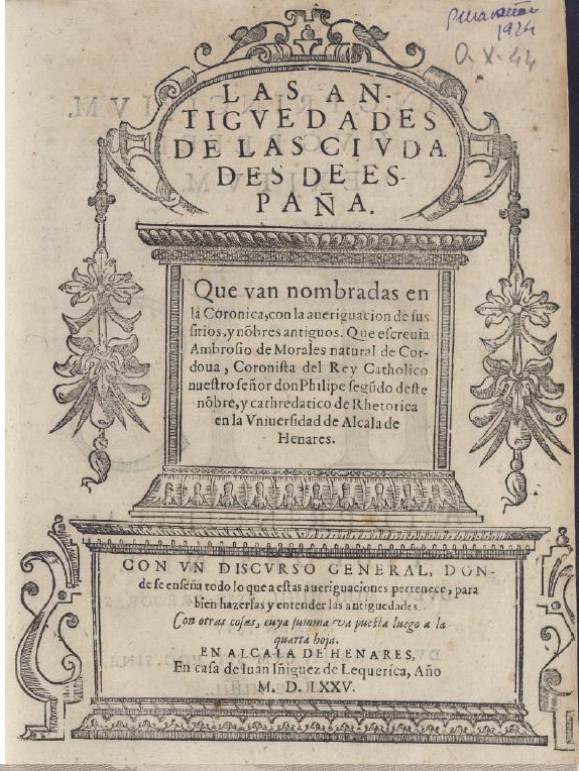
Pedro Esquivel (?-ca.1570)

Nombrado por Felipe II, matemático real, se le atribuye la formación de un mapa de España, el primero en el que se podría haber usado el todavía novedoso método de la triangulación. Poco se sabe de su vida y obra, brillantemente resumida por Victor Navarro Brotons para la Real Academia de la Historia. Se formó en la Universidad de Alcalá de Henares, en la que llegó a ocupar la cátedra de Matemáticas. Fue conocedor de la obra de Gemma Frisius, parte de la cual fue incluida en la Cosmografía de Apiano; además de topógrafo experto que colaboró en varios de los proyectos de ingeniería civil más señalados de su tiempo. El gran humanista Ambrosio de Morales (1513-1591), en su conocido libro *Las Antigüedades de las ciudades de España: que van nombradas en la Crónica, con la averiguación de sus sitios, y nombres antiguos* (1575), refirió las mediciones realizadas por Esquivel en Extremadura, una singular contribución a la historia de la metrología. Bajo el epígrafe *De las Antigüedades. Razón de las medidas del pie, paso, milla y legua española, de que se ha de usar muchas veces…*, procedió a definir cada una de esas unidades y a comentar la necesidad de enmendar el desbarajuste

ocasionado por la diversidad de las medidas españolas. Mencionó entonces el fallido intento de Nebrija, que pretendió que la medida de su propio pie fuese usada como patrón, y la intervención del Maestro Esquivel, el cual «quiso suplir este defecto y entender puntualmente el tamaño de nuestro pie español antiguo, para la certificación de todas las medidas».

Para ello se trasladó a Mérida, obviando los intervalos entre miliarios que había usado Nebrija para centrarse en el estudio del acueducto; comprobando que todas sus lumbreras eran equidistantes, «…y que tendrían aquellas distancias algún número cierto de pies que el artífice es daría». Acto seguido midió una de ellas con cordel y «Halló que tenía cincuenta varas justas, y lo mismo tenían todas las demás». Así dedujo que la vara tenía tres pies, «pues más ni menos no los sufre la disconformidad». Esquivel confirmó la validez de su deducción midiendo después muchas millas del Camino de la Plata, «en más de veinte leguas con cordeles de cincuenta varas»; hallando siempre que la distancia entre dos mármoles (*miliarios*) consecutivos era de treinta y tres cordeles, y tercia de cordel, «sin haber en una más que en otra. Y estos cordeles hacen al justo los cinco mil pies, de que hacen los mil pasos de cada milla».

Evaluada la magnitud del pie, prosiguió con las itinerarias; usando para ello el cordel de cincuenta varas, «…por ser medida conveniente


LAS ANTIGVEDADES DE LAS CIVDADES DE ESPAÑA.

Que van nombradas en la Coronica, con la averiguacion de sus sitios, y nóbres antiguos. Que escreuia Ambrosio de Morales natural de Cordoua, Coronista del Rey Catholico nuestro señor don Philipe segundo deste nóbre, y cathredatico de Rhetorica en la Vniuersidad de Alcala de Henares.

CON VN DISCVRSO GENERAL, DONde se enseña todo lo que a estas averiguaciones pertenece, para bien hazerlas y entender las antigüedades.

Con otras cosas, cuya summa sera puesta luego a la quarta hoja.

EN ALCALA DE HENARES,
En casa de Iuan Iñiguez de Lequerica, Año
M. D. LXXV.

Acueducto de los Milagros (1811)

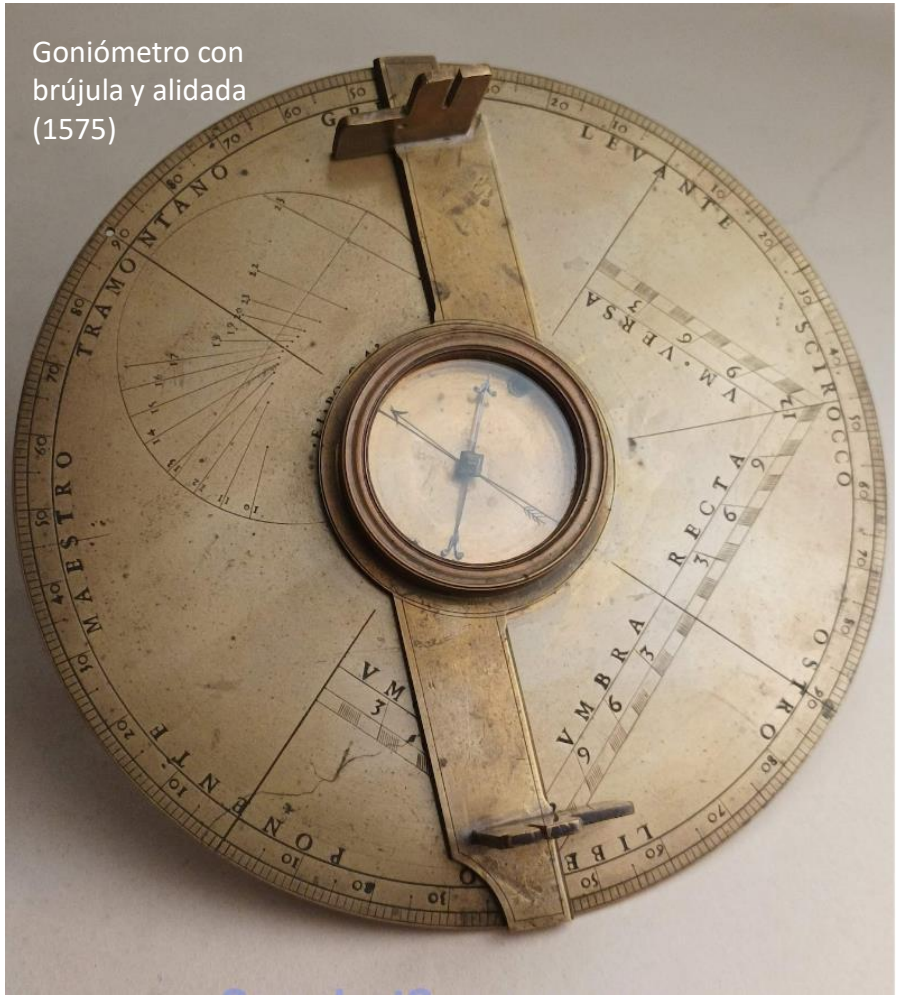
para todo lo que en las largas distancias se puede medir…». En cuanto a las millas, indicaba como obvio que dos de ellas equivalían a media legua, es decir sesenta y seis cordeles, y dos tercios de cordel, al igual que «cuatro millas, que hacen una legua, ciento treinta y tres cordeles, y tercia de cordel, en que habrá cuatro mil pasos, seis mil y seiscientas, y sesenta y seis varas y dos tercios, y veinte mil pies». Todas esas comprobaciones las efectuó Esquivel a lo largo del itinerario del emperador Antonino, «también las verificó con medir muchas leguas de las que son tenidas por grandes en España, y sobró harto espacio, y en las son tenidas por pequeñas, faltó. Sin esto entendió, como concierta bien con las leguas de aquel camino de la Plata; pues donde ponen comúnmente diez leguas, se hallan cuarenta de aquellos espacios señalados con las columnas».

Leguario del siglo XVI, en el Monasterio del Escorial. La distancia a Madrid se indica en leguas y varas.

Miliario de Nerón. Año 58. Cápara (Cáceres)

Ambrosio Morales describió a la perfección el patrón de legua que le había indicado el propio Esquivel: «Dixo me, conforme a todo ello, el Maestro Esquivel, que desde el umbral de la puerta de Guadalajara, a la que ahora llaman de los Mártires, aquí en Alcalá de Henares, hasta la pared del mesón del pequeño lugar llamado Canaleja, hay una

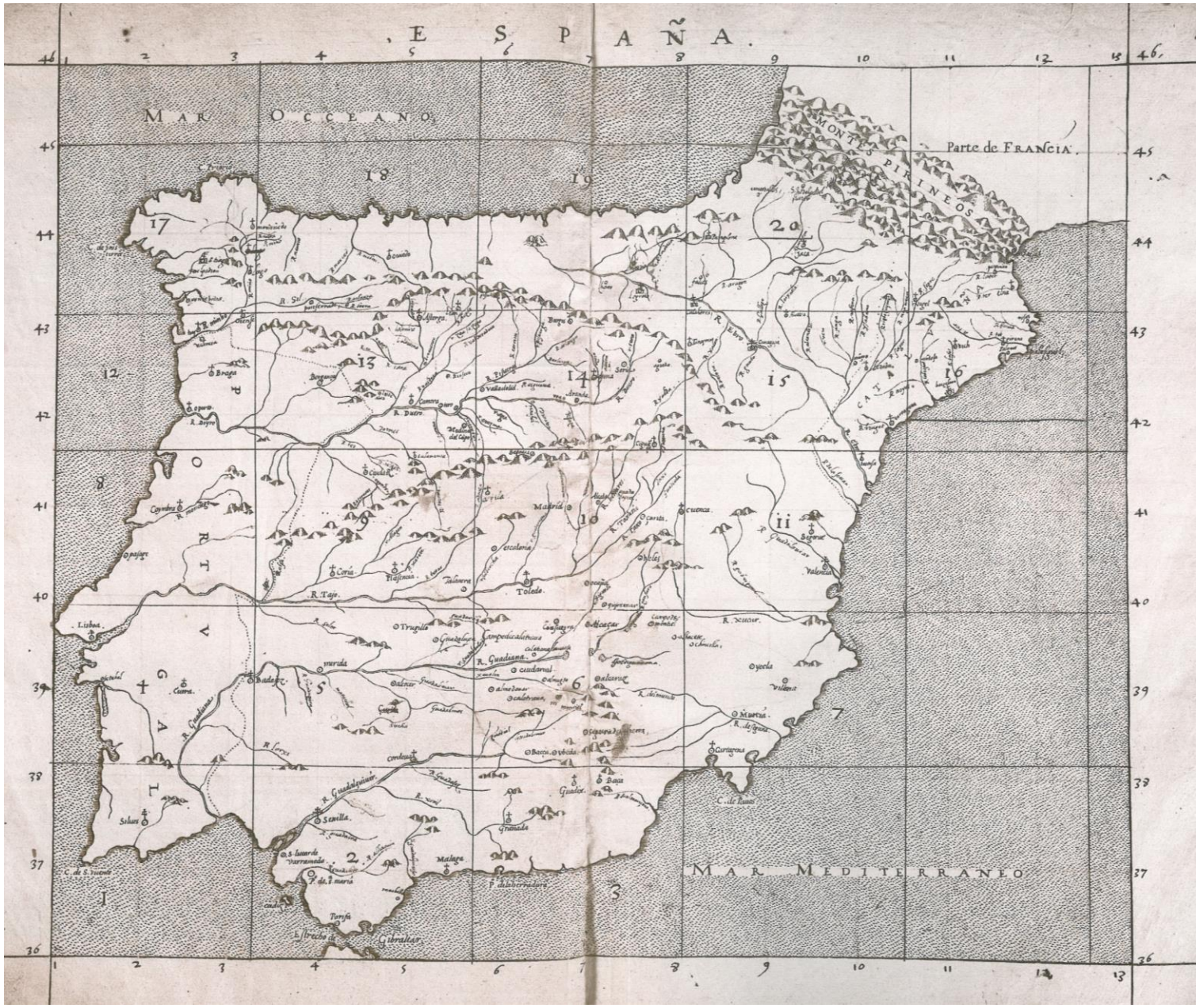
legua tan justa de las de cuatro millas: que podría servir de vara de medir para todas las leguas de España. Y por ser todo este espacio llanísimo, sin haber ningún género de barranco, es más cierta la medida».



Goniómetro con brújula y alidada (1575)

Justo antes de hacer esa descripción de la legua, el cronista mencionó que el proceder de Esquivel en esas mediciones directas de distancias había sido diferente del que seguía en otros trabajos: «estas medidas hacía así para estas averiguaciones, pero para sus descripciones de España, yua los triángulos de Juan de Monte Regio». Sin restarle importancia al hecho de que esquivel usara la trigonometría explicada por Regiomontanus, lo más relevante es que refiriera la Descripción de España, esto es la ímproba tarea que le había encomendado Felipe II en 1566., y en la que participarían también Juan de Lastanosa, Diego y Felipe de Guevara. Esquivel, en palabras de A. de Morales tendría que «hacer una descripción tan entera y tan cumplida, que señalase en ella particularmente los lugares, ríos, arroyos y montañas por pequeños que fuesen». Muchos de los instrumentos empleados en los trabajos de campo fueron diseñados por el propio Esquivel, entre los que habría un goniómetro (círculo con alidada) similar al que aquí figura. El levantamiento topográfico correspondiente debió ser minucioso, a tenor de lo que comentaba Felipe de Guevara: no había «palmo de tierra de España que no fuese por el autor vista, andada u hollada, asegurándose de la verdad de todo, en cuanto los instrumentos matemáticos dan lugar, de manera que sin encarecimiento se puede afirmar que, después que el mundo es creado, no ha habido provincia en

él descrita con más cuidado, diligencia y verdad». Suele afirmarse que Esquivel usó el método de la triangulación, para localizar puntos inaccesibles, lo cual no es de extrañar pues Lastanosa estaría al tanto de que Deventer ya lo había usado en Holanda, tal como recogería su discípulo G. Frisius en su obra *Libellus de locorum describendorum ratione, & de eorum distantiis inveniendis* (1533). Durante mucho tiempo se ha asociado a la Descripción de España, el llamado Atlas del Escorial, aunque en la actualidad cobre fuerza la idea de que su autor fuese Alonso de Santa Cruz, tal como defiende el topógrafo Antonio Crespo Sanz en su tesis doctoral sobre tan valioso documento cartográfico. También se ha incorporado al debate una interesante colección de cuadernos de campo manuscritos, que se conserva en la Biblioteca Real de Estocolmo, que si parecen corresponder a la Descripción.



El Atlas del Escorial. Mapa de conjunto con la distribución de hojas.

José Galbis Rodriguez (1868-1952)

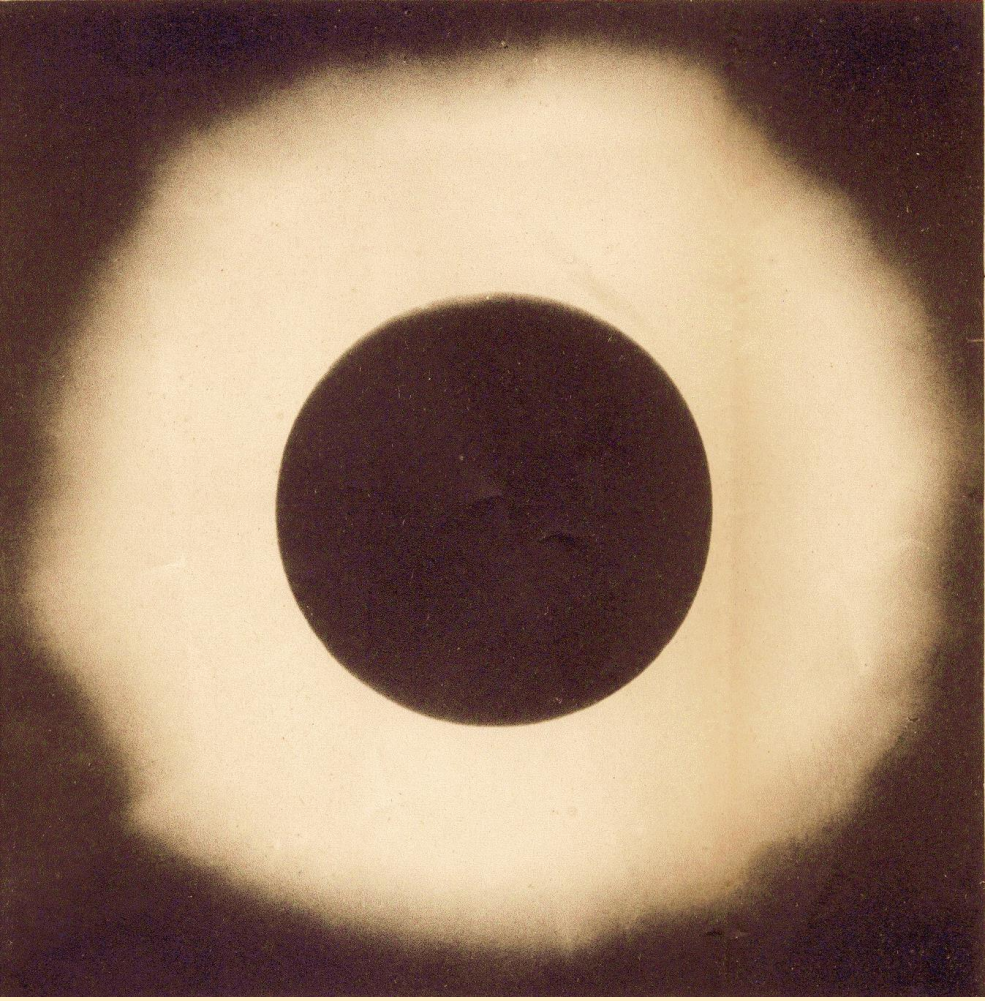
General e Ingeniero Geógrafo, autor del primer Catálogo Sísmico de España, creador del Cuerpo de Meteorólogos y principal responsable de que se celebrase en Madrid la Asamblea de la Asociación Internacional de Geodesia en el año 1924. Heredó la vocación militar de su padre, Capitán General de Burgos y Valladolid y fundador de la Academia Militar de Zaragoza, obtuvo el grado de teniente de artillería con el número uno de su promoción; tras ocupar varios destinos, se trasladó a Madrid. Participó en la guerra de Cuba, como capitán en 1897, de vuelta en España ingresó como geodesta en el Instituto Geográfico y Estadístico; aunque tres años después se incorporase al Cuerpo de Ingenieros Geógrafos, que había sido creado en 1900. Rebeca Álvarez Alonso y Alejandro Roa Alonso publicaron en 2016 el artículo El Ingeniero Geógrafo José Galbis, con un interesante resumen sobre su *curriculum vitae*, en el que se apoyarán gran parte de los comentarios que siguen.

Es digna de mención una de las virtudes que marcaría toda su actividad profesional, la lealtad con la que él aseguraba que

sirvió y que le enseñaron en el Cuerpo de Estado Mayor. Ciertamente, en su valioso testamento laboral, demostró además su probada valentía, atreviéndose a escribir en plena dictadura del general Franco lo siguiente «Mi amistad, desde la juventud con el General Primo de Rivera, era entrañable, en términos de que él me llamaba familiarmente Pepón, y yo a él Miguelito. Pero yo, fiel a las enseñanzas de mi padre, que condenaba todo acto militar subversivo contra el Gobierno constituido, cuando se sublevó, yo no le felicité, pero asistí al banquete con el que sus compañeros de la Academia General Militar, festejamos su triunfo, y en el momento de levantarse el General para agradecer el homenaje, por lo visto, se acordó de las recomendaciones de mi padre, y mirándome fijamente dijo: Estoy seguro de que si hoy viviera el Gral. Galbis aprobaría, mi conducta».

El primer epígrafe que desarrolla en su testamento está dedicado a la astronomía, siendo su aportación más sobresaliente el conjunto de fotografías que tomó del eclipse de Sol ocurrido el día 30 de agosto de 1905. Para ello se desplazó a Lilaila (Burgos) por ser el lugar ideal para la observación del

Detalle ampliado del mapa asociado al *Reconocimiento practicado en la zona de cultivo de Puerto Príncipe* (Cuba), por varios oficiales, entre los que se encontraba el Teniente Coronel José Galbis. El mapa centrado en el núcleo urbano de Puerto Príncipe (antigua denominación de Camagüey) fue presentado el 19 de abril de 1873, siendo su escala de 1/40000; aunque lleves dos pitipiés: uno en kilómetros y otro en leguas de 5000 pasos.

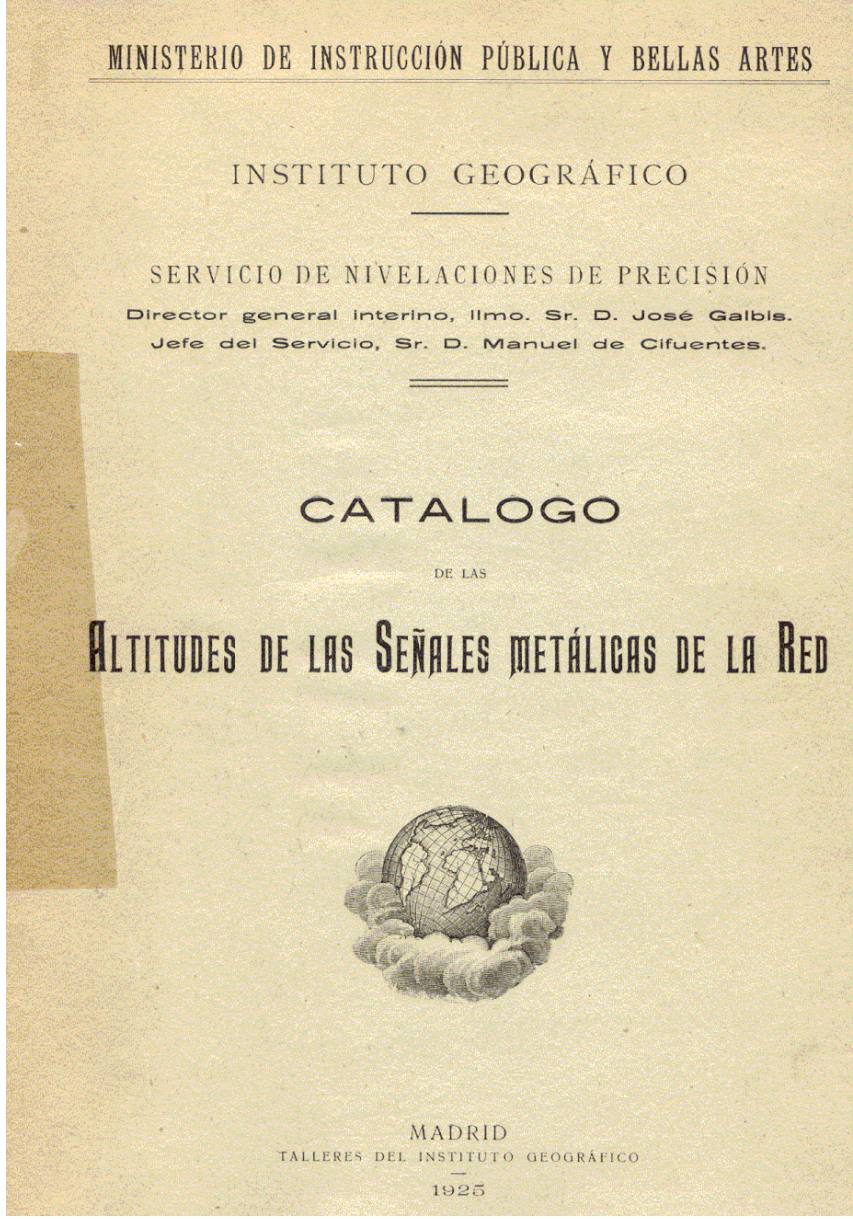


Fotografía, con 30^{s} de exposición, obtenida por J. Galbis 1^{m} 38^{s} después de comenzar el eclipse total

fenómeno, el cual despertó gran curiosidad y fue origen de numerosos festejos que contaron incluso con la presencia de los reyes. Sus fotografías fueron las más nítidas de todas las que se realizaron, motivo por el que fue felicitado mediante una Real Orden, tan solo un mes después de la operación. En el apartado de la astronomía geodésica demuestra su solvencia al recomendar la reanudación de las observaciones propias de los puntos de Laplace y al suponer que se efectuarían «estudios tan interesantes como las Desviaciones de la vertical. Estabilidad continental. Refracción terrestre. Todo lo cual tal vez pueda explicar alguna de las imprecisiones en la observación de los triángulos».

Los comentarios que dedica Galbis a la geodesia son tan extensos como sustanciales, sirvan de ejemplo los siguientes: Por iniciativa se adquirieron por primera vez los hilos invar, que serían usados después para medir las bases de la red geodésica de las Islas Canarias; asimismo dio cuenta de la fundación de la Asociación Geodésica Internacional, en la reunión celebrada en Berlín durante los días 15 al 22 de octubre de 1864. Años después se presentaría ante ella nuestra red geodésica, por parte del general Ibáñez, el primer Director y principal artífice del Instituto Geográfico, con tanto éxito que fue elegido Presidente de la misma. Finalizadas sus disquisiciones geodésicas, se refiere más sucintamente a las nivelaciones de alta precisión, señalando con acierto la escasa fiabilidad de las altitudes ortométricas y dinámicas, las primeras por la incertidumbre en la determinación del nivel

medio del mar y las segundas por la falta de coordinación entre los Servicios de Nivelación y Gravimetría. Sin embargo, se olvidó mencionar que por iniciativa suya, cuando en el año 1925 era Director General interino, se publicó el primer *Catálogo de Altitudes*, tal como reconoce su autor, el Ingeniero Geógrafo Manuel de Cifuentes Rodríguez.


MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA Y BELLAS ARTES

INSTITUTO GEOGRÁFICO

SERVICIO DE NIVELACIONES DE PRECISIÓN

Director general interino, Ilmo. Sr. D. José Galbis.

Jefe del Servicio, Sr. D. Manuel de Cifuentes.

CATALOGO

DE LAS

ALTITUDES DE LAS SEÑALES METÁLICAS DE LA RED

MADRID

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO

1925

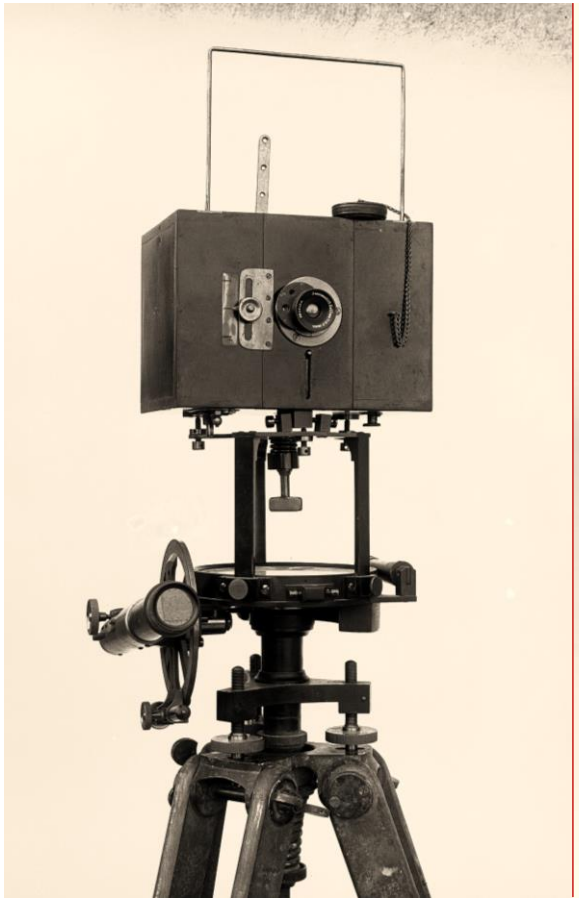
Las recomendaciones de Galbis, a propósito de la toponimia del Mapa Topográfico de España, a escala 1/5000, fueron muy acertadas: al considerarla deficiente y recomendar como subsanar tal defecto; « Debe realizarse un cuidadoso estudio de toda la toponimia, estableciendo a esos efectos juntas provinciales formadas por personas nacidas en el territorio correspondiente, y para dar unidad al trabajo, asesoradas por sendos Ingenieros Geógrafos, que a ser posible hayan tomado parte en el levantamiento, sometiéndose las dudas a la resolución de la Sociedad Geográfica que deberá dictaminar con toda urgencia». Igual de razonables fueron tres de sus consejos: en primer lugar, la conveniencia de emplear técnicas fotográficas en el proceso de edición definitiva, en segundo que la fotogrametría aérea mejoraría la representación del relieve y finalmente la necesidad de que el Instituto Geográfico diversificara su producción cartográfica, contemplando su compatibilidad con ediciones ajenas al Centro, pero siempre supervisadas por el Consejo Superior Geográfico.

Leopoldo Saro Marín
(1878-1936)

Sus referencias catastrales son asimismo limitadas, aunque señale con acierto al responsable de las primeras normas del Catastro Topográfico Parcelario en el Instituto, el Ingeniero Geógrafo Eduardo Torallas Tondo. Sin embargo, su comentario de más calado, en este aspecto catastral, es la anécdota que cita y que por su indudable interés histórico se reproduce íntegramente: «La tarde anterior al levantamiento militar que realizó el General Primo de Rivera acompañado de otros Generales, uno de estos Don Leopoldo Saro, con el que yo tenía amistad creada en Cuba, según he dicho en las primeras hojas de este escrito, me visitó y me dijo. “Voy a sorprender a Vd. con la noticia de que esta noche me sublevo con otros Generales, y entre nuestros proyectos, para el caso de triunfo, figura una reducción muy importante en la oficialidad del Ejército. Pero como no queremos ocasionar a ese personal militar grandes daños económicos, hemos decidido emplearlo en el Catastro, y como Vd. conoce bien ese asunto, necesito qué con urgencia, me prepare un proyecto que realice nuestros deseos”. No podía negarme a ello, por mi amistad y el motivo de dicho deseo, y fui, por otra parte, acuciado en tales términos, que dos días después, ya me pidió el proyecto, y al ver que no lo había hecho, se sentó en mi despacho con el propósito de que lo hiciera inmediatamente delante de él, y al demostrarle que el asunto exigía algún estudio, me dio un plazo de tres días, que cumplí ».

No obstante, el proyecto de Galbis encomendaba a los Ingenieros Geógrafos la dirección de los Centros Provinciales, las enseñanzas correspondientes, así como las bases de su ejecución. El interés catastral de la dictadura se vio reflejado en el Real Decreto ley del Catastro Parcelario Jurídico (3 de abril de 1925) que tan decisivamente incidió sobre el Instituto, ya que llegó incluso a cambiar su denominación: pasó a ser Instituto Geográfico y Catastral en lugar de Instituto Geográfico y Estadístico.

Fotobrújula de Galbis



Fototeodolito de Bridges-Lee

Es especialmente relevante el capítulo que dedica Galbis a la fotogrametría y a sus inmediatas aplicaciones topográficas, reflejándose sus iniciativas en la memoria que presentó, a la Dirección General del Instituto (septiembre de 1900) defendiendo la utilidad de la fotogrametría en los levantamientos topográficos. Aceptada su sugerencia, ideó la fotobrújula, compuesta por la brújula topográfica y una cámara fotográfica rudimentaria; para ser usada mientras llegaba de Londres el fototeodolito construido por John Bridges-Lee (1867-1917). A comienzos del mes de marzo de 1901 ya dispuso del instrumento inglés, probándolo al mes siguiente en un levantamiento dentro del Término Municipal de Otero de Herreros. Los resultados de tales trabajos, finalizados en el mes de octubre, los publicó Galbis en el año 1908 : *Ensayo de los Métodos Fotogramétricos en el Término Municipal de Otero de Herreros* (Provincia de Segovia); incluyendo los fundamentos de la fotogrametría y a su reciente historia.

Sala de Geofísica en el Observatorio del Retiro

El siguiente capítulo en el documento de Galbis es el dedicado a la Geofísica, cuyo amplio contenido se explica en función de las áreas que comenta: Gravimetría, Sismología, Magnetismo terrestre, Electricidad terrestre y atmosférica, así como otra centrada en el Mapa Geofísico de España. A comienzos del año 1901 adquirió Galbis sus primeros conocimientos gravimétricos, gracias a las enseñanzas de su compañero Príamo Cebrián Yuste; quien, junto a otros Ingenieros Geógrafos, había determinado el valor absoluto de la gravedad en diferentes ciudades de España. A finales de ese mismo año asistió al alemán Oskar Ernst August Hecker (1864 -1938), el cual estaba midiendo la gravedad, por observaciones relativas, en el mismo pilar del Observatorio del Retiro en que lo había hecho antes, de manera absoluta, el geodesta Joaquín Barraquer Rovira. Finalizada la operación, propuso Galbis la adquisición de un equipo pendular, idéntico al que ya había manejado, construido en el Instituto Geodésico de Potsdam. Los instrumentos llegaron en el año 1903 y rápidamente se formó la brigada necesaria para emprender la primera campaña de relativas realizada en España, sirviendo de estación de referencia el ya citado pilar del Observatorio del Retiro.

Los trabajos se iniciaron en noviembre de ese mismo año y se ultimaron en febrero del 1904. Los lugares elegidos fueron el Observatorio de San Fernando (Cádiz), el vértice de primer orden Duque (Marbella), el Colegio de los Escolapios en Granada y Baños (Berja), otro vértice geodésico de primer orden situado en la costa almeriense. La elección no fue casual, puesto que Galbis pretendía así seguir las recomendaciones internacionales de buscar emplazamientos en las inmediaciones del litoral. Las campañas sucesivas (1905, 1907) se efectuaron de acuerdo con

el plan previamente establecido por Galbis, quien ya contaba con otro equipo de péndulos debidamente contrastados en Postdam, de acuerdo con las propuestas formuladas a Helmert. Galbis fue liberado de estas responsabilidades gravimétricas en el año 1908, cuando ya se habían sentado las bases del Servicio correspondiente, asentadas luego por Manuel Barandica Ampuero y perfeccionadas años después por Guillermo Sans Huelin, otro Ingeniero Geógrafo particularmente ensalzado por Galbis. Los resultados de las campañas gravimétricas efectuadas por este último, con sus preceptivos estudios previos figuran en las memorias del Instituto Geográfico y Estadístico, aparecidas en los años 1907 y 1918.

Estación gravimétrica de Granada en el año 1905, a la derecha se encuentra el equipo de péndulos

Las actividades sismológicas de Galbis son inmediata continuación de las gravimétricas, las cuales dejó por iniciativa de su tutor Mier Miura, quien acababa de adquirir varios sismógrafos con objeto de que el Instituto Geográfico abordase la investigación sismológica. Tanto Galbis como el Ingeniero Geógrafo Fernando Uriel Dutiés fueron comisionados para buscar emplazamientos de posibles observatorios en las provincias de Toledo, Navarra, Huesca, Alicante, Murcia, Almería y Málaga; procurando que los edificios fuesen cedidos por particulares o por alguna entidad de la administración local, ya que el Instituto no contaba con la correspondiente partida presupuestaria. Sus gestiones fueron tan brillantes como eficaces, ya que, en la Memoria redactada al efecto, en el año 1908, se recoge la siguiente propuesta: : 1º) Establecer una estación central en Toledo en los sótanos del

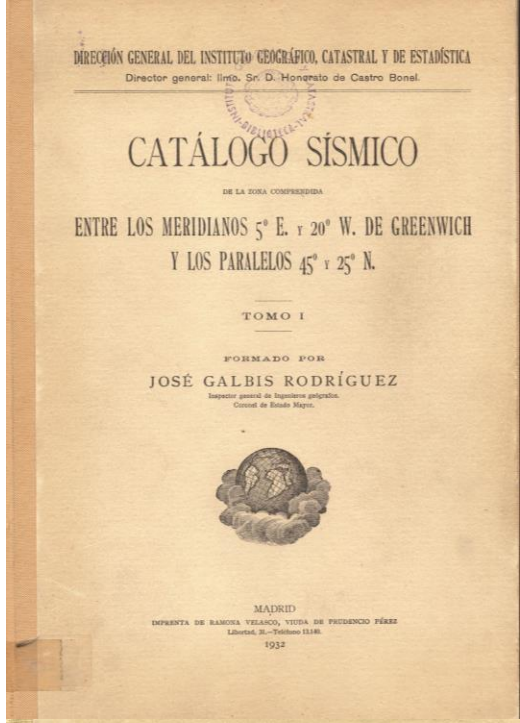
Observatorio de Almería en 1924

del Palacio, en construcción, para la Diputación provincial que tenía un corralillo inmediato; y estaba situado en un borde de la población, alejado del ferrocarril y de las principales carreteras y calles de tránsito. 2º) Otra estación en Alicante, en edificio apropiado que construiría La Junta de Obras del Puerto, a cambio de permitirla trasladar el mareógrafo, que teníamos instalado en los muelles, y les estorbaba. El emplazamiento elegido para la estación sismológica, fue un paseo de la población, con un pequeño jardín próximo. 3º) Otra estación debía instalarse en Almería, a uno o dos kilómetros del casco urbano, en unas alturas, construyendo y cediendo el edificio correspondiente, así como un pequeño terreno alrededor, el Ayuntamiento. 4º) Otra estación se establecería en las alturas al Este de la población de Málaga zona llamada El Limonar, en edificio también construido y cedido al Instituto por el Ayuntamiento, con jardín alrededor.

Galbis participó, junto a Mier, en la compra de los sismógrafos Agamenone, Wiechert y Rebeur-Ehlert, que unidos a los Milne, Vicentini y Bosch, adquiridos antes por Mier, convirtieron a la estación sísmica de Toledo en el Observatorio con la mejor instrumentación del mundo. La proverbial modestia de Galbis explica que mencione, sin apenas darle importancia, la recopilación de datos sísmicos que efectuó y presentó en dos volúmenes: el primero con más de 800 páginas y el segundo con

casi 300. Su catálogo sísmico, sin límite temporal inferior, abarcaba hasta el año 1933 incluido y lo confeccionó en los tres años que duró la guerra civil, apareciendo publicado en el año 1940. Esta crucial aportación de Galbis, el primer catálogo sísmico realizado en España, es una fuente inagotable de información, trascendente e imprescindible para abordar de manera rigurosa los estudios de sismicidad histórica en nuestro país.

Suya fue la idea de crear un «Observatorio Geofísico Central de España que abarcase no solo las observaciones sísmicas y las magnéticas, sino que permitiese iniciar las observaciones de electricidad». Igualmente destacable era su intención de montar allí una Unidad petrológica encargada de la contrastación del instrumental empleado en Geodesia y Topografía. El proyecto de Galbis tuvo tan buena acogida, que llegó a felicitarlo por ello el Director General del Instituto en febrero del año 1933. El inicio de las obras fue tan inmediato que a comienzos del año 1936 estaban prácticamente ultimados los edificios y demás instalaciones. Asimismo conviene añadir que por indicación suya dispuso el referido director que se realizasen las siempre interesantes observaciones ecuatoriales. La estación elegida en el año 1930 fue la montaña Moka en la isla de Fernando Poo, a unos 1800 metros de altitud. Galbis consideraba las electricidades terrestre y atmosférica como otras de las actividades geofísicas que deberían realizarse en su proyectado Observatorio Central. No obstante, la especial incidencia de las segundas en el estudio de las tormentas atmosféricas, le movieron a solicitar la compra de dos registradores Bendorf y un colector de radio, durante su etapa de Director del Centro Meteorológico de Madrid, adscrito en aquella época al Instituto Geográfico. A él se debe asimismo el proyecto de instalación del


DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO, CATASTRAL Y DE ESTADÍSTICA
Director general: Ilmo. Sr. D. Honorato de Castro Bonel

CATÁLOGO SÍSMICO

DE LA ZONA COMPRENDIDA

ENTRE LOS MERIDIANOS 5° E. Y 20° W. DE GREENWICH
Y LOS PARALELOS 45° Y 25° N.

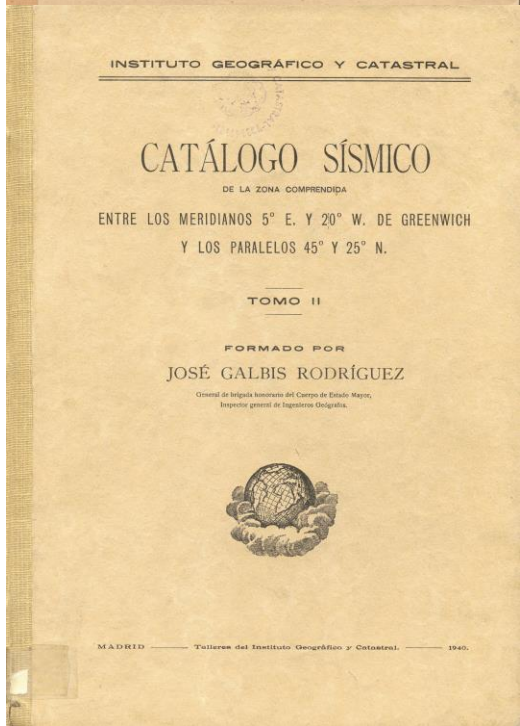
TOMO I

FORMADO POR

JOSÉ GALBIS RODRÍGUEZ

Inspector general de Ingenieros geógrafos.
Coronel de Estado Mayor.

MADRID
IMPRENTA DE RAMONA VELASCO, VIUDA DE PRUDENCIO PÉREZ
Libertad, 31.—Teléfono 13.140.
1932


INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

CATÁLOGO SÍSMICO

DE LA ZONA COMPRENDIDA

ENTRE LOS MERIDIANOS 5° E. Y 20° W. DE GREENWICH
Y LOS PARALELOS 45° Y 25° N.

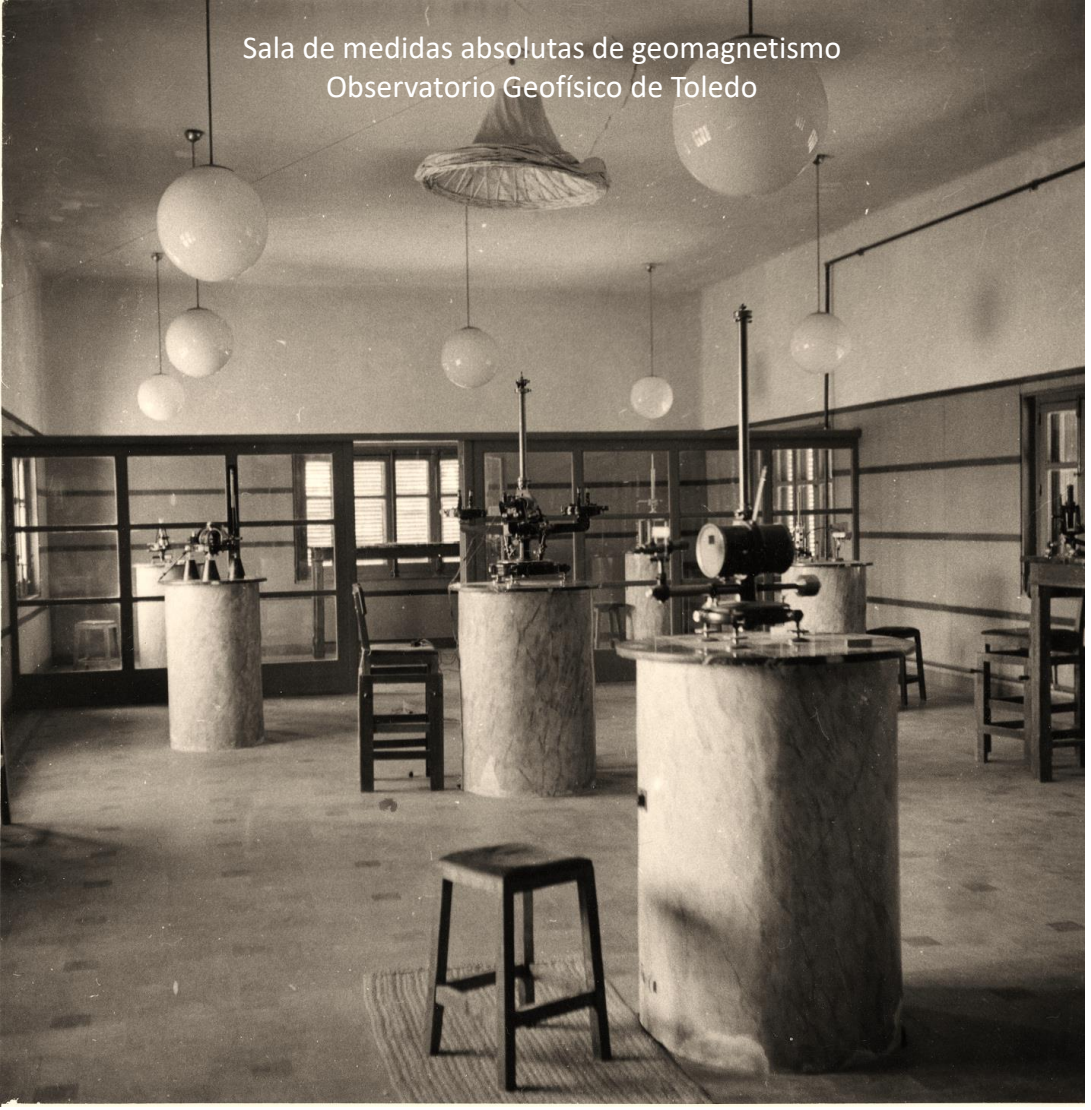
TOMO II

FORMADO POR

JOSÉ GALBIS RODRÍGUEZ

General de brigada honorario del Cuerpo de Estado Mayor,
Inspector general de Ingenieros Geógrafos.

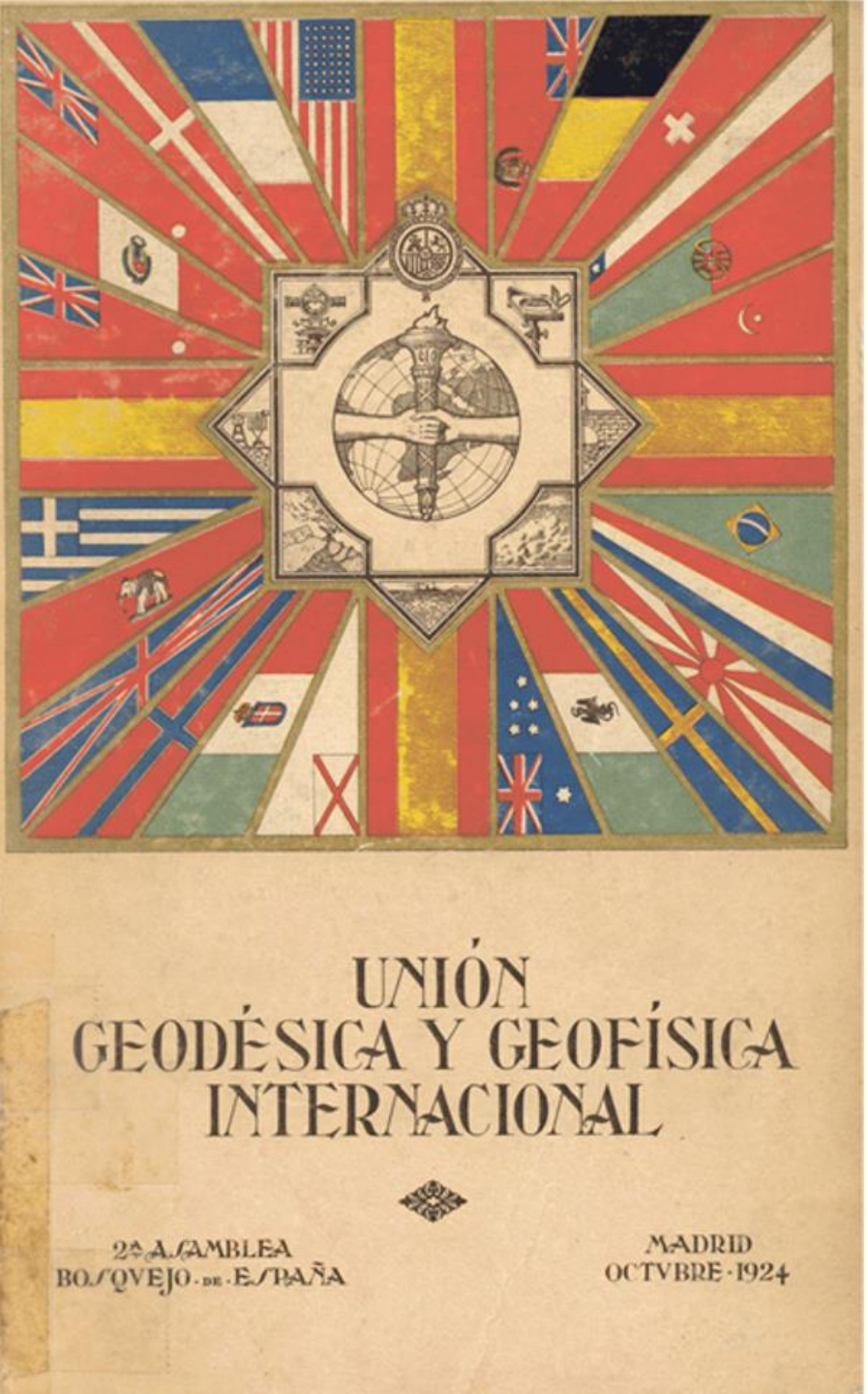
MADRID — Talleres del Instituto Geográfico y Catastral. — 1940.


Sala de medidas absolutas de geomagnetismo
Observatorio Geofísico de Toledo

cable para el registro de las corrientes telúricas en el, luego llamado, Observatorio de Buenavista. Más adelante se refiere Galbis a la necesidad de contar con un Mapa Geofísico de España, que por supuesto debería de ser formado por el Instituto Geográfico. Es de gran interés la observación que hace al respecto: «….que nunca puede realizar el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas….y sin la creación de nuevos Institutos bajo su dependencia que, en muchas ocasiones, invaden atribuciones de otros ya existentes, con la consiguiente merma de los medios que estos últimos puedan necesitar para la prosperidad de su investigación».

En el citado mapa se expondrían: los resultados de las numerosas observaciones gravimétricas; la situación de los Observatorios sismológicos y la de las zonas sísmicas (incluyendo la posición de los focos correspondientes); las curvas magnéticas de declinación, inclinación y componente horizontal correspondientes a la época en que se realizaron los trabajos del Mapa provisional; informaciones precisas que definan las fallas activas; las curvas de límites medios de mareas altas y bajas; los registros de los mareógrafos; las altitudes de todos aquellos puntos considerados de interés, etc. Las sabias recomendaciones de Galbis no se verían cumplidas hasta que varios años después se publicaron los capítulos dedicados a la geofísica, dentro de las sucesivas ediciones del Atlas Nacional de España, uno de los productos emblemáticos del Instituto Geográfico Nacional.

El apartado dedicado a la Meteorología es el más completo del testamento laboral, no en vano Galbis tuvo la máxima responsabilidad en esa materia entre los años 1910 y 1921. En él dio las claves de su incorporación a esta disciplina científica: Mier le comunica que le gustaría que fuese un Ingeniero Geógrafo el que cubriera la vacante producida por el fallecimiento de Arcimis, hasta entonces Director del Instituto Central Meteorológico, y él se ofrece sobre la marcha, al ser consciente de la importancia que se le daba a la Meteorología en el extranjero. Su primer nombramiento como Director provisional se produce el 27 de abril del año 1910 y el de Jefe de Servicio definitivo el 1 de enero de 1911, más tarde, el 22 de abril de 1913 fue nombrado por R.O. Jefe del Servicio Meteorológico Español. Durante el mandato de Galbis se sentaron las bases del desarrollo de la Meteorología en España, baste decir que fue entonces cuando se crearon los Cuerpos de Meteorólogos y de Auxiliares de Meteorología y que cuando se hizo cargo de la misma había tan solo 57 estaciones completas, dejándola en cambio con cerca de 900 de diferentes clases, además de varios observatorios, entre ellos el de Izaña en la isla de Tenerife. Galbis relata con todo lujo de detalles la visita que hizo a la isla a finales del año 1911, en compañía de los Ingenieros Geógrafos Rafael Alvarez Sereix y J. Pedro Mathet Rodríguez, y como tras ella informaron sobre la conveniencia de construir el observatorio de altura en la cumbre Izaña y el de costa en la loma de Ofra, a unos cuatro kilómetros al oeste de Santa Cruz.



De entre todas las Asambleas y Congresos a los que asistió, merece seleccionarse la reunión del año 1922, celebrada en Roma por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, pues en ella propuso Galbis que la siguiente debía tener lugar en Madrid hacia Octubre de 1924. La idea fue aprobada unánimemente y el Director del Instituto Geográfico nombró a Galbis Presidente de la Comisión organizadora. Unos días antes de la fecha prevista, el 24 de septiembre de 1924, se reunió en Madrid el Comité Ejecutivo de la Sección de Geodesia, integrado en la Unión, resolviendo declarar internacional el elipsoide de Hayford y recomendando su adopción a todos los países miembros, una decisión que resultaría trascendental para la historia de la cartografía topográfica. Las sesiones de la Asamblea, propiamente dichas, tuvieron lugar, entre los días 1 y 8 de octubre, en el Salón del Congreso de los Diputados, cedido por el Gobierno ante la petición de Galbis. El acto de apertura lo presidió el rey Alfonso XII, pronunciando la conferencia inaugural el Director General del Instituto, Luis Cubillo Muro, amigo personal de Galbis y pariente del dictador Primo de Rivera. El día 7 se votó la cuestión planteada por el Comité Ejecutivo, presidido por Bowie, siendo aprobada por mayoría. En honor a la verdad se debe señalar que la Sección española se había decantado, durante las deliberaciones previas, por un elipsoide con el mismo semieje ecuatorial que el de Hayford pero con un aplastamiento ligeramente diferente, igual al deducido por Helmert en el año 1915.

A Galbis le ocurrió lo qué a los prohombres, que con demasiada frecuencia tienen ocasión de comprobar como su prestigio internacional es claramente superior al nacional. Prueba evidente de ello es la carta que recibió en el año 1945, procedente de Estados Unidos, firmada por más de veinte científicos americanos (incluidos cinco Premios Nobel). En ella le pedían los nombres de los españoles a los que pudiesen interesar las cuestiones de física nuclear, puesto que pretendían dirigirse a ellos para que abogasen por una política de paz tan necesaria en unos tiempos «en que los avances considerables que se van obteniendo en la construcción de la bomba atómica, aumentan enormemente su potencia, y hacen esperar que las próximas guerras serán horriblemente desastrosas para la humanidad».

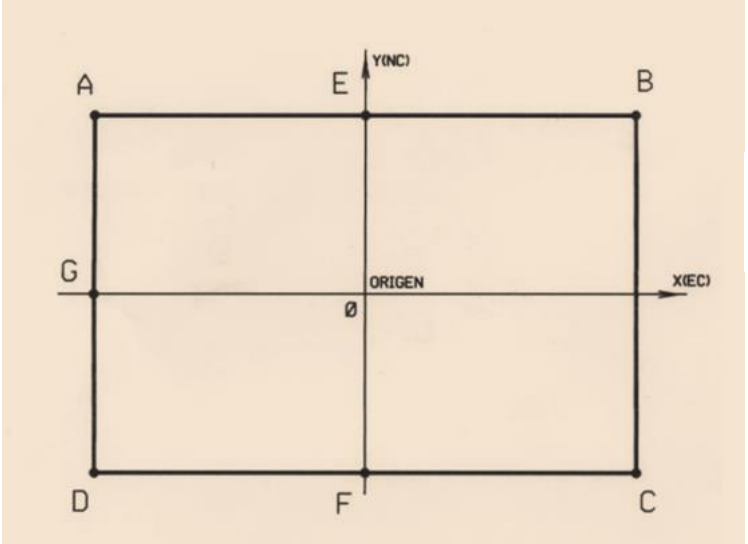
El último párrafo del testamento es verdaderamente emotivo: *Creo que este escrito acredita, que he cumplido el deber laboral con el que Dios me trajo a este mundo, pero me inquieta pensar, que no supe orientar mis actividades para hacer dinero, en beneficio del bienestar de mis hijos, a quienes solo dejo un nombre honrado*. El documento original lleva la fecha, 30 de mayo de 1950, y la firma decidida de José Galbis.

Medalla del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos

Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (1825-1891)

General del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, fue una figura clave en la ciencia española de la segunda mitad del pasado siglo XIX. Ingresó en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en el año 1861, aunque leyera su discurso dos años después, el día 8 de marzo de 1863; más tarde llegaría a ser su Vicepresidente durante el bienio 1882-1884. Como es sabido la aportación más sobresaliente de este ilustre geodesta fue la creación del Instituto Geográfico en 1870, transformado en Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico en 1873; contando en ambos casos con el decidido apoyo del Ministro de Fomento: primero Echegaray y después Benot. El objetivo fundamental que se perseguía con el nuevo organismo era la tan deseada Carta Geométrica del Reino, aunque ya se le denominara Mapa de España, para terminar más adelante con el nombre actual de Mapa Topográfico Nacional. C. Ibáñez comenzó a cobrar protagonismo en 1843, como miembro de la recién creada Comisión de Estadística.

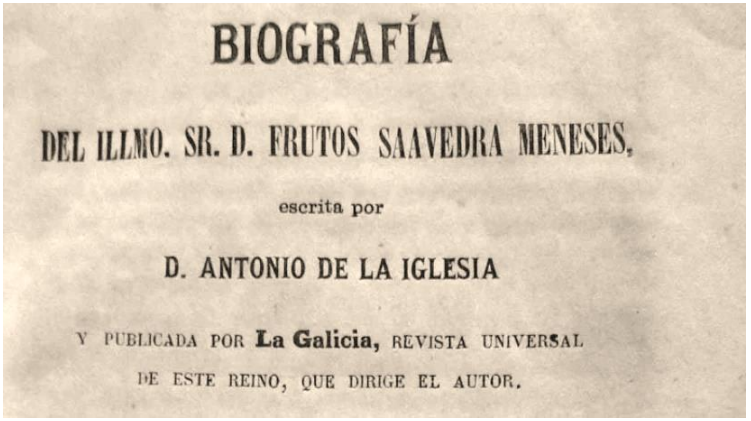
A él se debieron las líneas maestras del futuro Mapa Topográfico Nacional, destacando sus dimensiones angulares: 20 minutos longitudinales por 10 latitudinales y la novedosa elección de la escala, 1/25000 para el dibujo de la minuta y 1/50000 para la edición; Ibáñez fue en definitiva el que introdujo el todavía novedoso Sistema Métrico Decimal en las representaciones cartográficas. Naturalmente en un proyecto de tal envergadura colaboraron muchos otros Ingenieros, entre los que es necesario destacar a los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Miguel Muruve Galán y Alberto Bosch Fustegueras, quienes entre 1871 y 1875, ya como funcionarios del Instituto Geográfico, calcularon el valor del desarrollo de los arcos de meridiano y de paralelo de las diferentes hojas del mismo sobre el elipsoide de Struve (α =1/294.73 y a = 6378.2983), ya que este fue el elegido para efectuar todos los cálculos relativos a la Red Geodésica, en la que terminarían por apoyarse todos los levantamientos topográficos del citado Mapa. Lógicamente la publicación se inició con la hoja de Madrid (nº 559) aparecida en el año 1875, cuyas dimensiones latitudinales se calcularon para una latitud media de 40º20´.



$$X = \lambda\, \nu \cos\varphi \leftrightarrow Y = \rho\, \Delta\varphi$$

ν es la gran normal y ρ el radio de curvatura del meridiano

Friedrich Georg Wilhelm von Struve.



BIOGRAFÍA

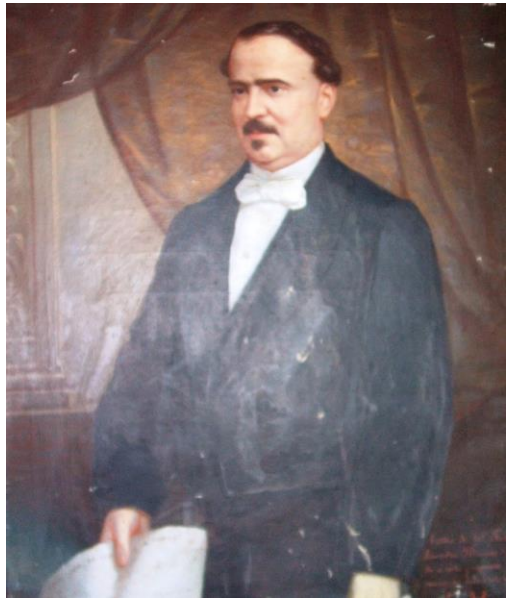
DEL ILLMO. SR. D. FRUTOS SAAVEDRA MENESES,

escrita por

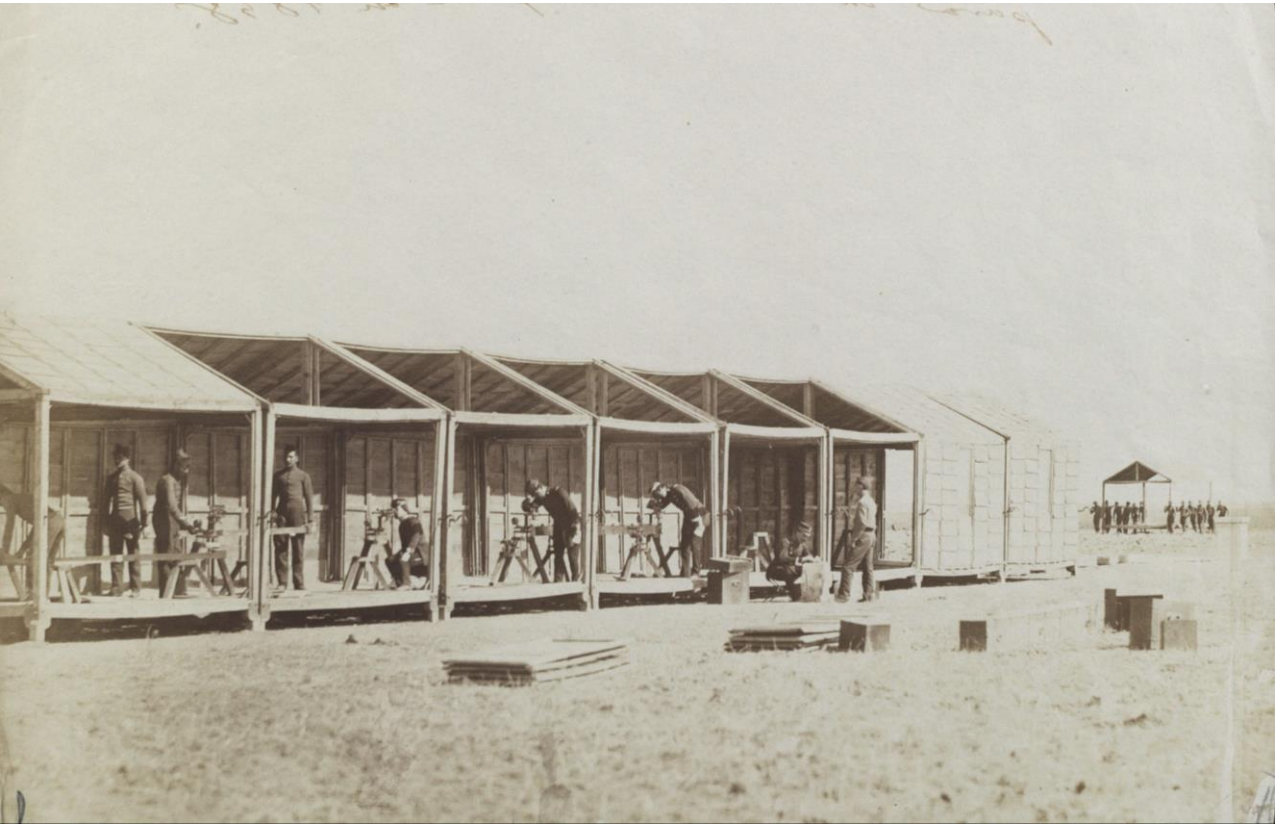
D. ANTONIO DE LA IGLESIA

Y PUBLICADA POR **La Galicia,** REVISTA UNIVERSAL

DE ESTE REINO, QUE DIRIGE EL AUTOR.



Frutos Saavedra Meneses (1823-1868)

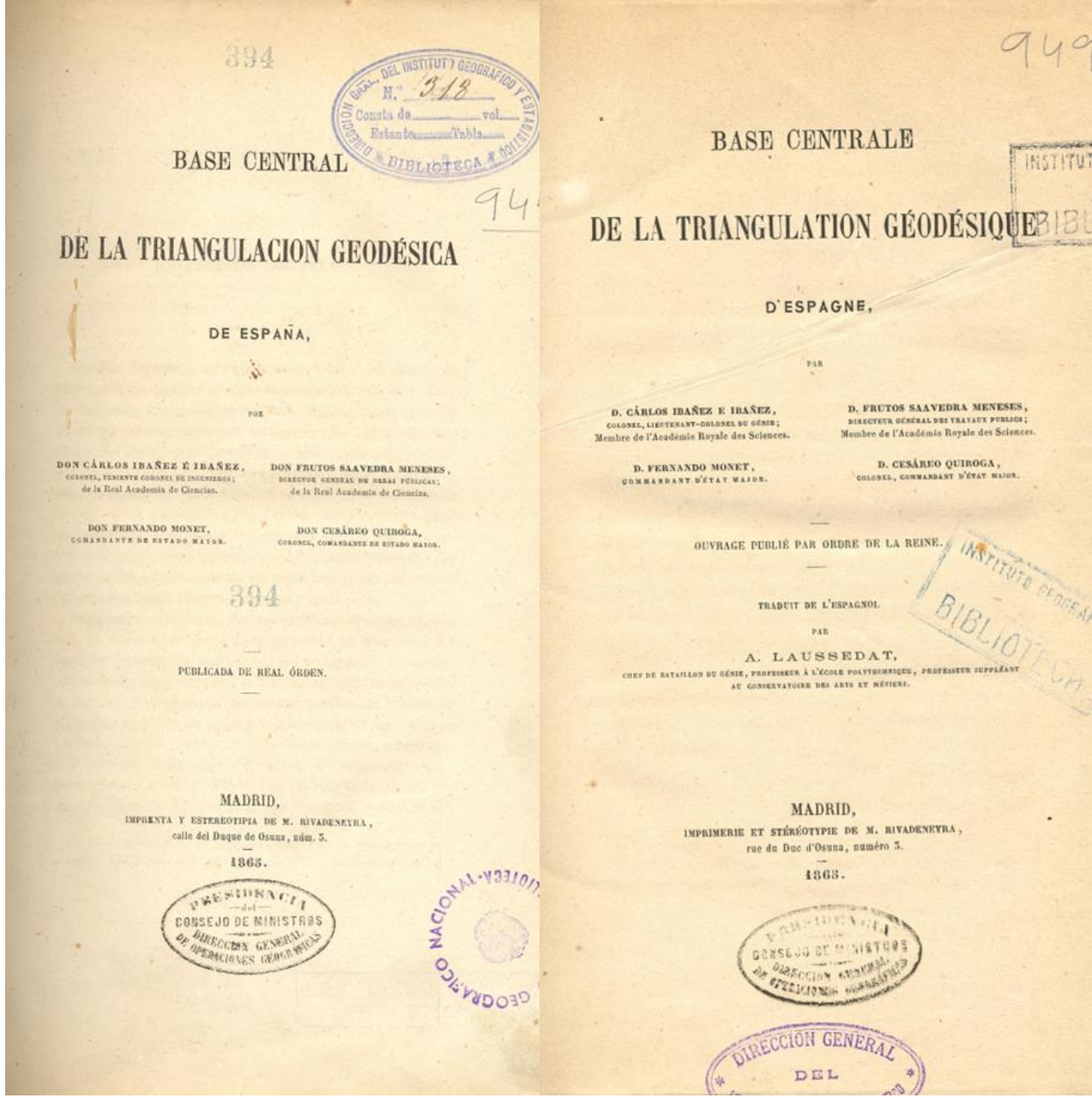


En el año 1853 se instó a Carlos Ibáñez y a Frutos Saavedra para que preparen el proyecto de un aparato para medir la que sería base central de la triangulación. El aparato se construye en el taller de los hermanos Brunner, en París, bajo la supervisión del propio Ibáñez y de Ramón Soriano, sustituto de Saavedra por enfermedad. El instrumento resultó ser más preciso que sus contemporáneos, explicándose así la expectación despertada por la medición de la base de Madridejos, a la que el gobierno francés, a través de la Academia de Ciencias, envió como observador (luego participaría en la operación) al coronel de ingenieros Aimé Laussedat, entonces profesor de la prestigiosa Escuela Politécnica de París. No obstante la base formada por los vértices geodésicos de primer orden, Carbonera y Bolos, no se materializó sobre el terreno hasta noviembre de 1857. La medición real comenzó el 22 de mayo de 1858 partiendo de Carbonera, llegándose a Bolos el 7 de septiembre; once días después se volvió a medir la base eligiendo como origen el punto Huertas, finalizando la operación el día 5 de octubre.

El estudio geodésico de la operación se publicó en 1859, *Experiencias hechas con el aparato de medir bases perteneciente a la Comisión del Mapa de España*, y en 1865, *Base central de la triangulación geodésica de España;* ambas obras se tradujeron al francés agotándose rápidamente su edición. La operación dirigida por Carlos Ibáñez y Frutos Saavedra (más tarde Director General de Obras Públicas) proporcionó los resultados siguientes:

1. Longitud directa 14664.5000 m ± 0.0041 m
2. Longitud reducida al nivel del mar
en Alicante 14662.8964 m ± 0.0041 m
3. Longitud calculada por la triangulación 14662.9014 m
4. Desnivel Bolos-Carbonera 2.584 m ± 0.0064 m
5. Coeficiente de refracción en los alrededores
de Madridejos 0.11876.

La medida de la base de Madridejos supuso para Ibáñez de Ibero una proyección internacional que conservó hasta el resto de sus días, no en vano la Academia de Ciencias de Francia calificó la operación de «memorable operación científica, de non plus ultra», en una sesión celebrada el día 2 de marzo de 1863.



BASE CENTRAL

DE LA TRIANGULACION GEODÉSICA

DE ESPAÑA,

POR

DON CÁRLOS IBAÑEZ É IBAÑEZ, COMANDANTE DE ESTADO MAYOR.

DON FRUTOS SAAVEDRA MENESES, DIRECTOR GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS.

DON FERNANDO MONET, COMANDANTE DE ESTADO MAYOR.

DON CESÁREO QUIROGA, COMANDANTE DE ESTADO MAYOR.

PUBLICADA DE REAL ÓRDEN.

MADRID,
IMPRENTA Y ESTEREOTIPIA DE M. RIVADENEYRA,
calle del Duque de Osuna, núm. 5.
1865.

BASE CENTRALE

DE LA TRIANGULATION GÉODÉSIQUE

D'ESPAGNE,

PAR

D. CÁRLOS IBAÑEZ E IBAÑEZ, COLONEL, LIEUTENANT-COLONEL DU GÉNIE; Membre de l'Académie Royale des Sciences.

D. FRUTOS SAAVEDRA MENESES, DIRECTEUR GÉNÉRAL DES TRAVAUX PUBLICS; Membre de l'Académie Royale des Sciences.

D. FERNANDO MONET, COMMANDANT D'ÉTAT MAJOR.

D. CESÁREO QUIROGA, COLONEL, COMMANDANT D'ÉTAT MAJOR.

OUVRAGE PUBLIÉ PAR ORDRE DE LA REINE.

TRADUIT DE L'ESPAGNOL

PAR

A. LAUSSEDAT,
CHEF DE BATAILLON DU GÉNIE, PROFESSEUR À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, PROFESSEUR SUPPLÉANT AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS.

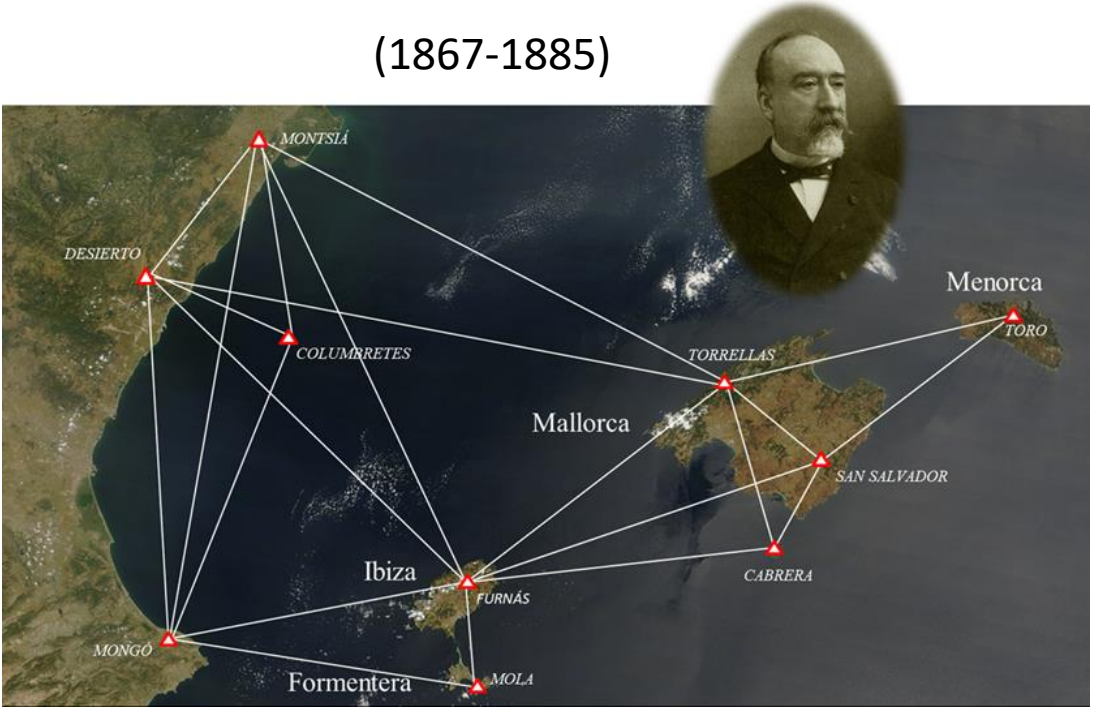
MADRID,
IMPRIMERIE ET STÉRÉOTYPIE DE M. RIVADENEYRA,
rue du Duc d'Osuna, numéro 5.
1865.

Las dos versiones de la publicación. Base Central de la Triangulación Geodésica de España

1865

Proyecto del enlace entre las Islas Baleares y la costa peninsular (1871). *Descripción Geodésica de las Islas Baleares*. Carlos Ibáñez

(1867-1885)

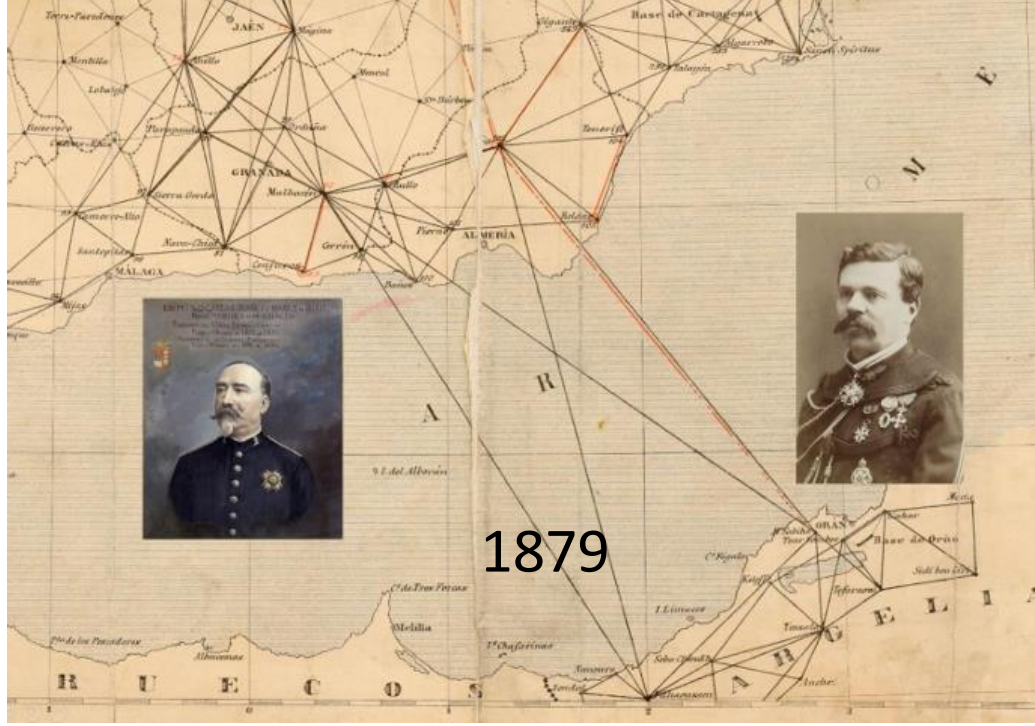


En el año 1864 se creó el Distrito Geodésico y Catastral de Levante, comprendiendo los territorios de Alicante, Baleares, Castellón y Valencia y nombrando responsable de mismo a C. Ibáñez. Uno de sus principales cometidos fue enlazar geodésicamente las islas con el litoral continental, tarea que ya habían iniciado los geodestas franceses a comienzos del siglo, con la colaboración de los españoles Chaix y Rodríguez. Tres fueron las mejoras del nuevo proyecto: incluir a la isla de Menorca en la red triangular, controlar la escala de la misma con una nueva base geodésica situada cerca del extremo austral del arco y fortalecer el enlace, propiamente dicho, introduciendo en el proyecto cuadriláteros en los que se observasen sus dos diagonales. Las triangulaciones fueron observadas y calculadas en un tiempo récord, Ibáñez publicó formalmente sus resultados en su *Descripción geodésica de las Islas Baleares (1871);* un tratado científico que es referencia obligada en la historia de la geodesia española, siendo ilustrado con los esquemas de los instrumentos empleados y los mapas de cada isla, en los que se vaciaron los triángulos de los tres órdenes y se identificaron nominalmente todos los vértices geodésicos. El propio Ibáñez dio cuenta del fin exitoso del enlace en la Memoria del Instituto Geográfico y Estadístico correspondiente al año 1886.

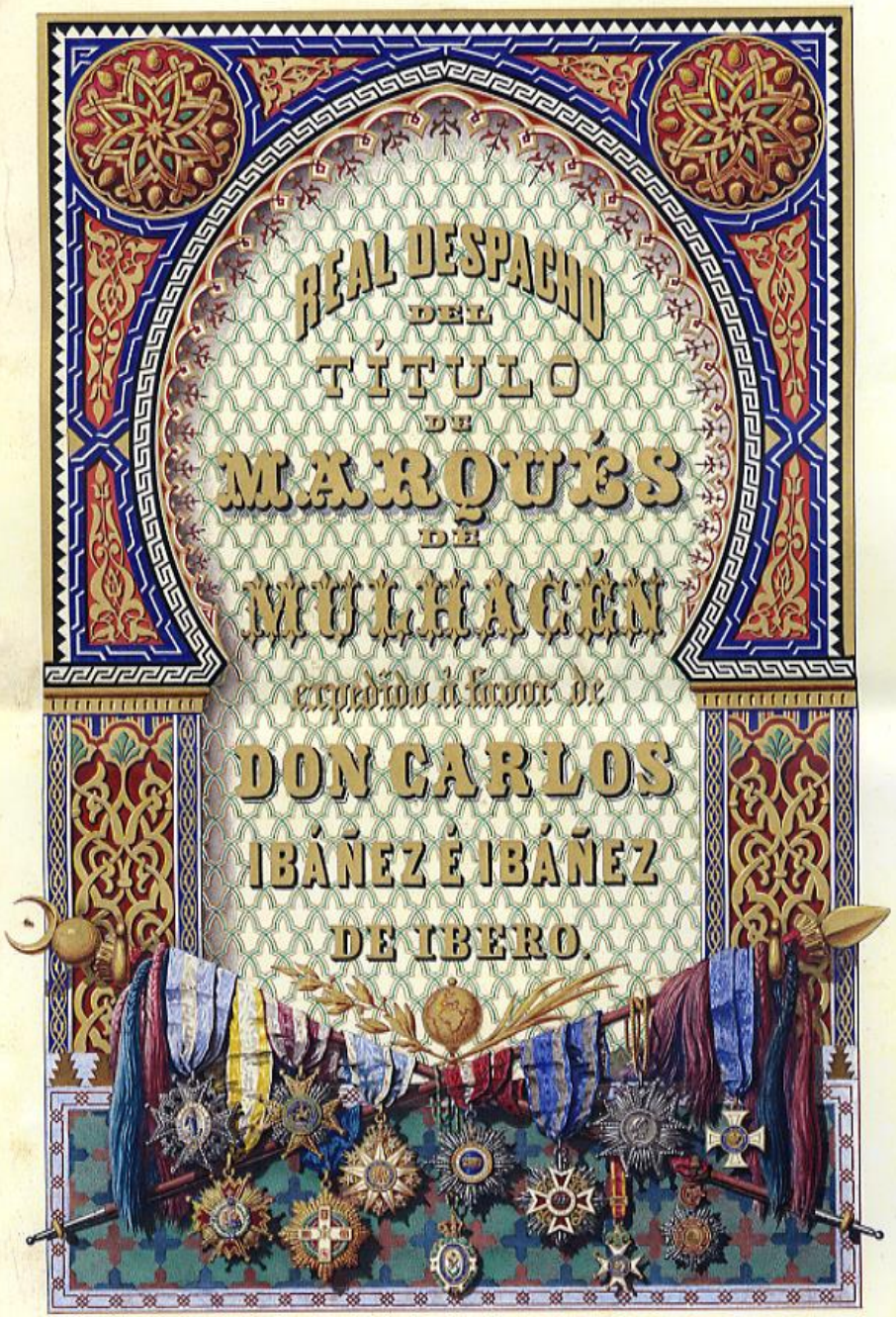
Los trabajos del enlace anterior se suspendieron en dos ocasiones: coincidiendo la primera con la creación del Instituto Geográfico (1870) y la segunda con ocasión del enlace geodésico y astronómico entre Europa y África, un proyecto hispano francés que se consideró prioritario. F. Ferrier y C. Ibáñez, sobre todo, fueron los artífices principales del enlace intercontinental, que con tanto acierto dirigieron, una vez que los gobiernos de España y Francia decidieron ponerlo en marcha. Concluidos los trabajos de campo y gabinete, C. Ibáñez presentó ante la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales los valores siguientes:

Mulhacen—Tetica	82827m,6
Mulhacen—M'Sabiha	269847 ,8
Mulhacen—Filhaoussen	269927 ,2
Tetica—M'Sabiha	225713 ,6
Tetica—Filhaoussen	257413 ,0
Filhaoussen—M' Sabiha	105178 ,4

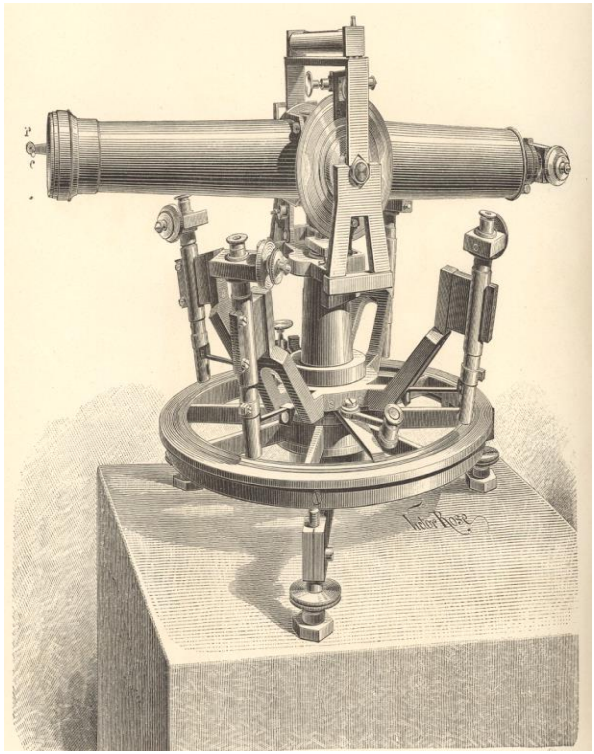
Las repercusiones en el mundo científico no se hicieron esperar, en el mes de diciembre de ese mismo año 1879 se publicó el artículo *La jonction géodésique et astronomique de l´Europe et de l´Afrique*,



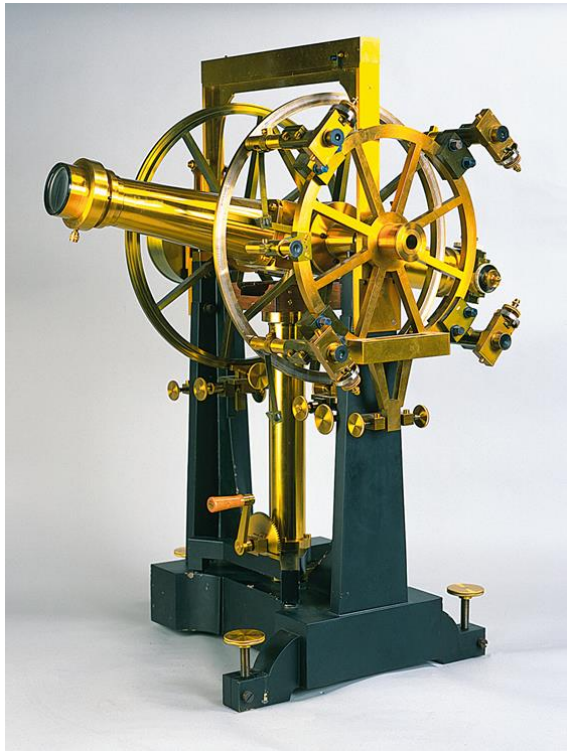
Detalle del campamente instalado en la cumbre del Mulhacén



cuyo autor fue Adolphe Hirsch, astrónomo director del Observatorio de Neuchâtel (Suiza), honrando en él la figura de C. Ibáñez: «Es así como el General Ibáñez, tras veintiún años de gestiones personales y oficiales, ha visto coronado con éxito un proyecto que será referente en la historia de la geodesia».



Circulo acimutal reiterador (I) y círculo meridiano portátil (D), fabricados en París por los hermanos Emilio y León Brunner. Ambos fueron utilizados durante el enlace hispano argelino.



Atendiendo a ello y a la propuesta del ministro de Fomento y de acuerdo con el Consejo de Ministros, la Reina Regente María Cristina de Habsburgo y Lorena, firmó en Aranjuez el día once de junio de 1889 el documento que otorgaba a C. Ibáñez el título de Marqués de Mulhacén:

«…por Mi Real decreto de siete de febrero del corriente año tuve a bien haceros merced del TITULO DEL REINO, con la denominación de Marqués de Mulhacén para vos, vuestros hijos y sucesores legítimos…he resuelto expedir el presente Real Despacho por el cual es mi voluntad que vos el referido Don Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero…perpetuamente podáis usar y uséis el mencionado Título de Marqués de Mulhacén…»

con el Consejo de Ministros por Mi Real decreto de siete de febrero del corriente año tuve á bien haceros merced de TÍTULO DEL REINO con la denominación de MARQUÉS DE MULHACÉN para vos, vuestros hijos y sucesores legítimos Por tanto, mediante que teneis satisfechas diez mil seiscientas cuarenta pesetas por el impuesto especial establecido segun resulta de certificación librada por la Dirección general de Contribuciones, con fecha veintiocho del citado mes de febrero, he resuelto expedir el presente Real Despacho, por el cual es mi voluntad que vos el referido DON CARLOS IBÁÑEZ É IBÁÑEZ DE IBERO vuestros hijos y sucesores legítimos varones y hembras por el orden de sucesión regular cada uno en su respectivo tiempo y lugar perpetuamente podais usar y useis el mencionado TÍTULO de

Convention du Mètre
et
Règlement Annexe

The Metre Convention
and
Annexed Regulations

De entre todas sus colaboraciones internacionales destaca el papel que jugó, como representante de España en la Convención Internacional del Metro y en la firma del tratado del 20 de mayo de 1875, por el que se creó el *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM); con el fin de asegurar la unificación y definitiva implantación del Sistema Métrico Decimal. En el artículo tercero se indicaba que el BIPM funcionaría bajo la dirección y exclusiva autoridad de la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas. Carlos Ibáñez ya presidía su Comisión Permanente desde el 12 de octubre de 1872, manteniéndose en el puesto hasta el final de sus días (Niza.1891).

Buena prueba del prestigio de que gozaba en Francia, es el homenaje que se le dio, con ocasión de su centenario, en el anfiteatro Richelieu de la Sorbona. El acto tuvo lugar el 29 de mayo de 1925, bajo la presidencia del Rector de la Universidad de Paris y del marqués de Faura, en representación del embajador de España. Los discursos fueron pronunciados por Paul Appel, rector de la Universidad; Charles Lallemand, Vicepresidente de la Academia de Ciencias y Presidente de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional; Guillaume, Director del Bureau International des Poids et Mesures, correspondiente del Instituto de Francia; Robert

David, Vicepresidente del Comité de reconciliación franco-español; Martinenche, Profesor en la Universidad de París y Presidente del Instituto de estudios hispánicos; Gómez Quintero, Presidente de la Cámara de Comercio de España en París; y M. Ibáñez de Ibero, hijo del general.

El Rector concluyó su discurso con estas palabras:

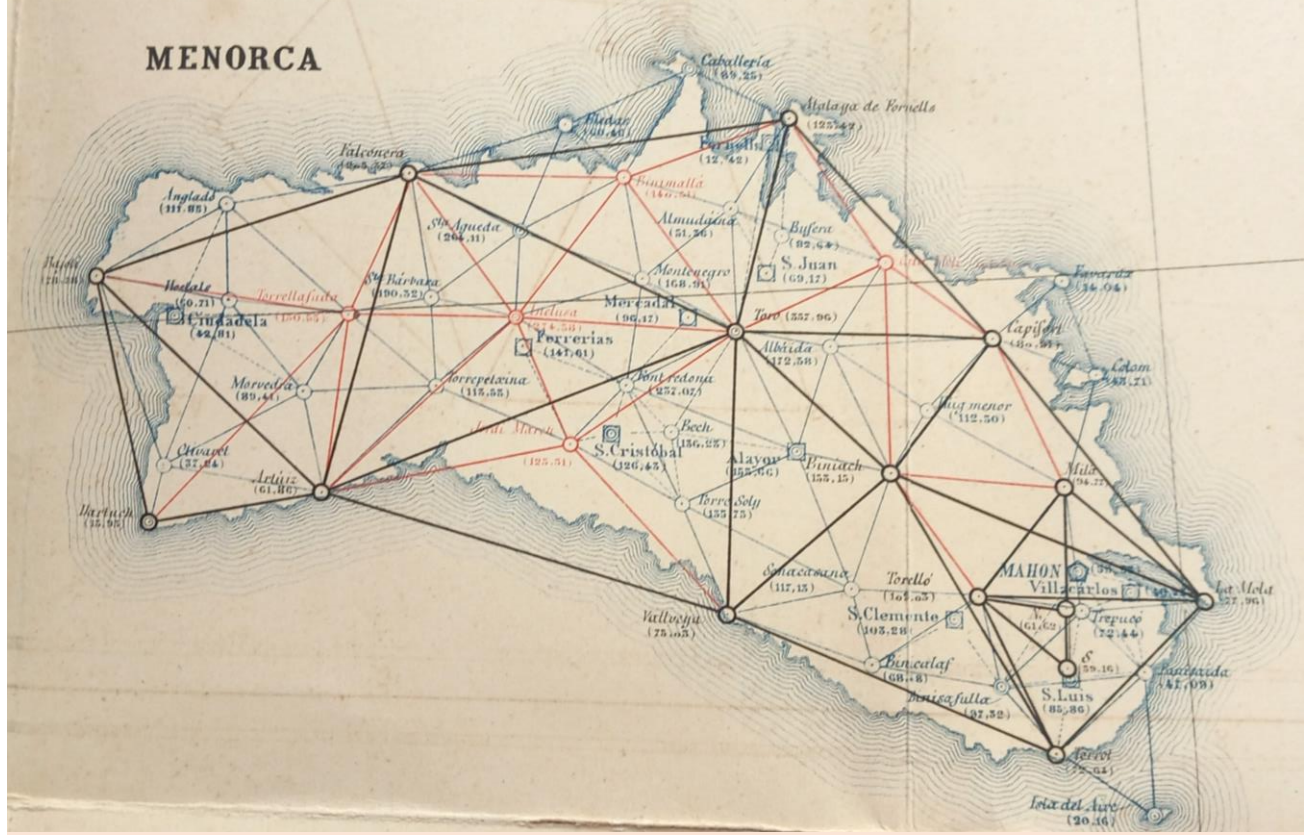
«Le général Ibanez mourut le 29 février 1891, laissant le souvenir d'un savant illustre et d'un grand organisateur. Je crois savoir qu'en Espagne une célébration analogue aura lieu, qu'un monument à la mémoire du général sera élevé à Madrid, près du nouvel Institut Géographique. Notre réunion d'aujourd'hui, sous la présidence de l'Ambassadeur d'Espagne, est ainsi le symbole de l'union de l'Espagne et de la France, qui se resserre tous les jours davantage en vue du progrès des Lettres, des Sciences et des Arts, pour le plus grand bien delà civilisation universelle».

Anfiteatro Richelieu en la Sorbona

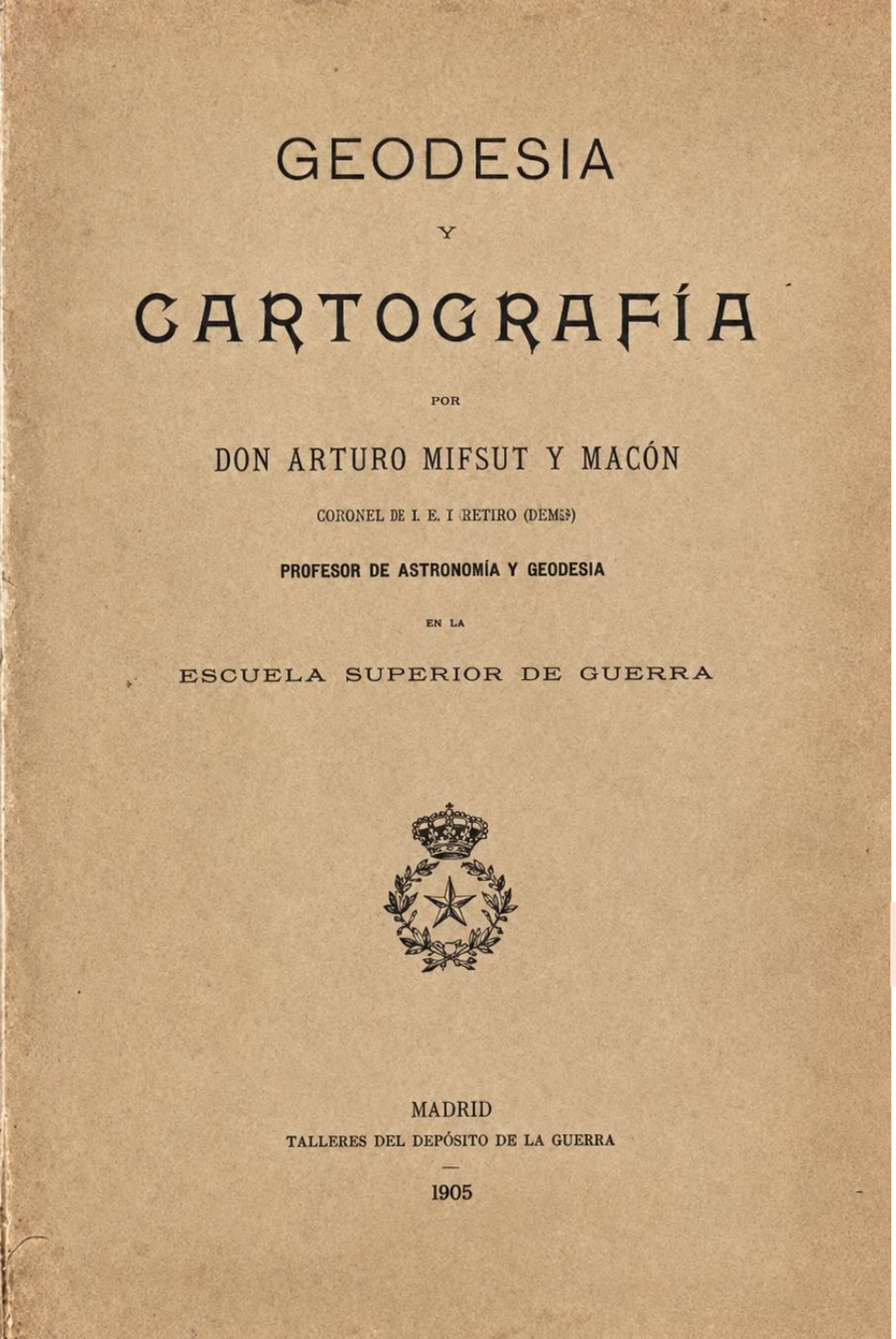
Vicente Inglada Ors (1879-1949)

Sismólogo español por excelencia, Teniente Coronel de Estado Mayor, consumado esperantista e Ingeniero Geógrafo, así como Profesor de Astronomía y Geodesia en la Escuela Superior de Guerra. Vicente Inglada Ors nació en Alicante y allí hizo el bachiller, ingresando después, de haberlo concluido, en la Academia de Infantería de Toledo (1896). Su estancia en la Academia fue breve, ya que la guerra con las colonias obligó a reducir drásticamente la duración de la carrera, de modo que los tres cursos clásicos se transformaron en uno; no obstante, en ese tiempo fue reconocido como alumno distinguido tanto por el profesorado como por sus compañeros. Su primer destino fue el Regimiento Princesa (Alicante) como 2º teniente, en junio de 1897. Meses después se incorporó como alumno a la Escuela Superior de Guerra, ascendiendo a 1er teniente en junio de 1898. Sus estudios y prácticas los realizó con brillantez, obteniendo el número uno de su promoción en 1905, desempeñando diferentes tareas en las Capitanías de Barcelona y Valencia, actuando ya como Capitán del Cuerpo

de Estado Mayor. En el año 1906 fue comisionado a la Isla de Menorca para efectuar su levantamiento, de acuerdo con las instrucciones de la Comisión Topográfica. En el transcurso de esos trabajos de campo, Inglada llevó a la práctica las enseñanzas que había recibido en la Escuela Superior de Guerra, por parte de su querido profesor Arturo Mifsut y Macón autor del libro Geodesia y Cartografía, una obra de referencia en su tiempo. Se da la curiosa circunstancia de que el contenido de la misma fue ampliamente comentado en la Gaceta de Madrid (22 de mayo de 1911), justo en el mismo número en el que se publicó la Real Orden por la que se le concedió la Cruz de Segunda Clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, atendiendo a la autoría del citado libro. Ciertamente, en la exposición de motivos de esa R.O. se indica el temario de la obra estudiada por Inglada. En la introducción se define la Geodesia, para referirse después a la teoría de errores y al método de los mínimos cuadrados. Aborda luego la cuestión fundamental de la triangulación, proyectada a lo largo de meridianos y paralelos, analizando la forma más adecuada de los triángulos, monumentalización de vértices y proyectores luminosos. El capítulo cuarto se dedicó a la medición de las bases, tanto con la regla de la Comisión del Mapa de España, como con la diseñada por el General Ibáñez (el aparato de Ibáñez); la cual se utilizó en las de las Baleares, y por tanto en la de Menorca (entre Mahón y San Luis). A continuación, se refirió a las observaciones angulares, evidenciando la probada experiencia del autor. Los trabajos



Triangulaciones geodésicas de Menorca, proyectadas, observadas y calculadas bajo la dirección de Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero. En ellas se apoyaría Vicente Inglada al efectuar sus levantamientos topográficos.



de gabinete fueron objeto de los capítulos 7º y 8º, prestando especial atención a la resolución de triángulos y a su importancia para la determinación de la figura de la Tierra y el cálculo de las coordenadas geográficas de los vértices; aprovechando la ocasión para presentar « también un estudio muy completo de cuanto se refiere a la medida de arcos de meridiano y de paralelo, y a la valoración de las áreas de las zonas y del elipsoide terrestre». Los capítulos dedicados a la nivelación geodésica y a la gravimetría, reflejan asimismo el carácter práctico de este libro, tratando con mucho detalle la determinación absoluta de la intensidad de la gravedad efectuada por el propio Mifsut en Valencia (1896) como geodesta del Instituto Geográfico y Estadístico. El final de la parte geodésica de la obra, se dedicó en primer lugar a la tarea, siempre tediosa, de la compensación de los errores, concluyéndola con una reseña histórica de las operaciones geodésicas protagonizadas tanto por operadores extranjeros como españoles.

La Geodesia y Cartografía de A. Mifsut y Macón, libro de texto en la Escuela Superior de Guerra, el cual fue usado por V. Inglada Ors, primero como alumno y luego como profesor de tan prestigiosa Escuela.

La segunda parte, centrada en el estudio dee la cartografía, se inició con el análisis de las deformaciones producidas al pasar de una porción del elipsoide terrestre a su representación plana, esto es el mapa. Acto seguido se trató de ls diferentes sistemas cartográficos, generalmente conocidos con el nombre de proyecciones; las cuales han venido

apareciendo desde la época de Tolomeo hasta nuestros días. En la obra que nos ocupa se estudiaron con más detalle los sistemas empleados por Bonne y Tissot, por haber sido los más usados en España. El libro concluyó con un capítulo dedicado al dibujo cartográfico y a la producción de mapas y planos.

Parece verosímil suponer que la estancia de Inglada en Menorca resultó determinante para que decidiera finalmente ingresar en el Instituto Geográfico y Estadístico, no solo por el hecho de haber enlazado sus trabajos con la red geodésica de Ibáñez, sino también por que su profesor A, Mifsut ya era por entonces funcionario de ese mismo Centro. Lo cierto es que en el año 1907 solicitó, y le fue concedido, el ingreso en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos (7 de junio), el cual había sido creado en 1900. Su primer destino, como Ingeniero 3º del Cuerpo, fue Valencia, ocupándose allí de los trabajos topográficos propios del Instituto. Sin embargo, su interés fue más allá de la geodesia y de la cartografía, pues no tardó en compartirlo con el que sentía por el estudio del interior de la Tierra, en general, y por la sismología, en particular; posiblemente influenciado por el ingeniero geógrafo Eduardo Mier y Mihura, pionero de esa línea de investigación en el citado Instituto. Mier fue consciente desde el primer momento del potencial de Inglada, convirtiéndose en su tutor; la admiración que llegaría a sentir este por su maestro la puso de relieve con estas palabras: «…sismólogo de grandes

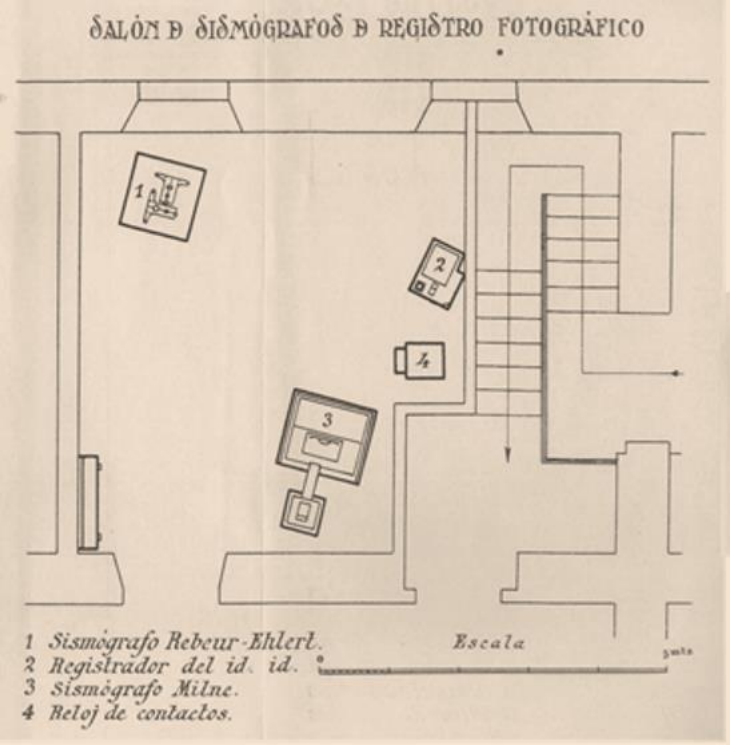
Eduardo Mier y Mihura, principal mentor de Vicente Inglada Ors

aptitudes, feliz organizador del servicio oficial del Instituto Geográfico e ingenioso inventor de utilísimos instrumentos. Se consagró a los estudios sismológicos en los últimos años de su vida y puede decirse que en plena investigación le sorprendió la muerte. Al rendir espontáneo tributo de admiración a la memoria del que fue nuestro queridísimo jefe, cumplimos un deber de justicia, pues a sus fecundas iniciativas se debe en gran parte el próspero estado actual de la Sismología en nuestra patria»*. El buen nombre que adquirió Inglada

Vicente Inglada Ors cuando era teniente. Imagen obtenida por I. A. a partir de una tarjeta esperantista

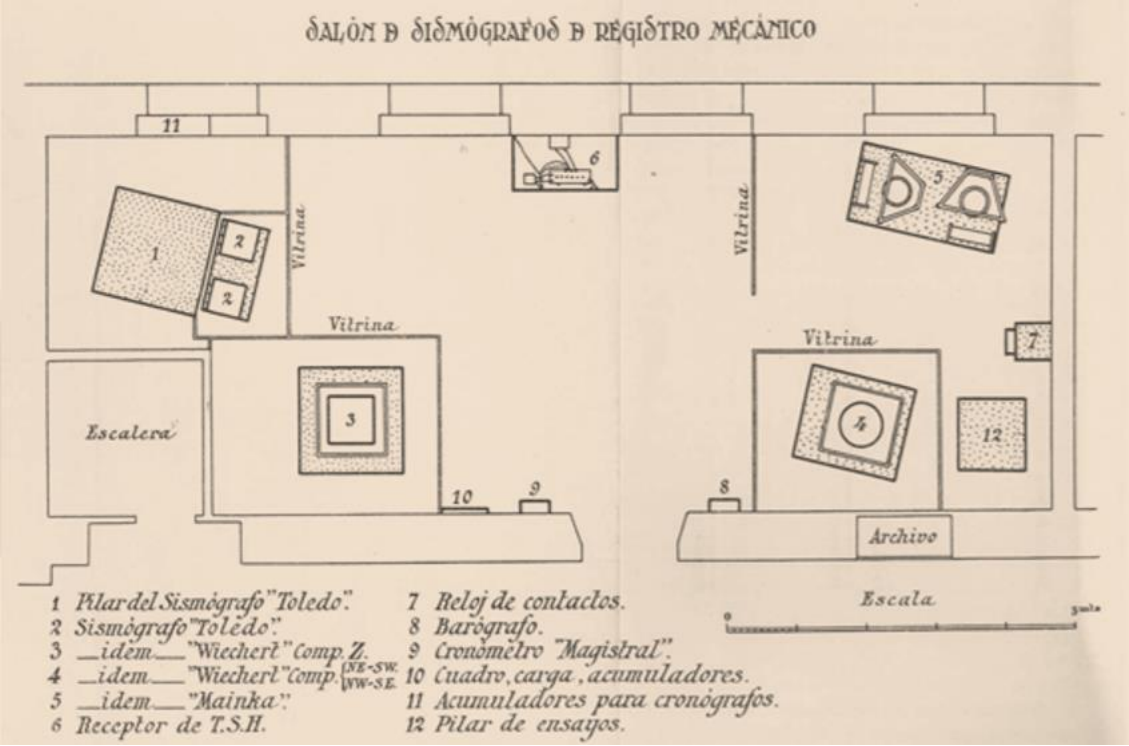
En tan corto espacio de tiempo, explica que Mier pensara en él para responsabilizarlo de la puesta en funcionamiento del Observatorio Sismológico de Toledo, que había sido creado por iniciativa suya en 1908. Consiguientemente, acabó residiendo en la capital castellana durante los trece años que duró su mandato como director del Observatorio. De inmediato fue reconocido como una instalación científica de primer orden, aunque solo contara en un principio con unas precarias instalaciones, pero con adecuada dotación instrumental, en los sótanos de la futura sede de la Diputación Provincial. A esa etapa tan fecunda, se refería el siguiente párrafo extraído de uno de sus obituarios (el cual puede que fuese escrito por su propio hijo, Vicente Inglada García-Serrano, también Ingeniero Geógrafo): «En los trece

*Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales pronunciado por Vicente Inglada Ors, el día 6 de febrero de 1929.



ESTACIÓN SISMOLÓGICA CENTRAL DE TOLEDO

PALACIO DE LA DIPUTACIÓN PROVINCIAL

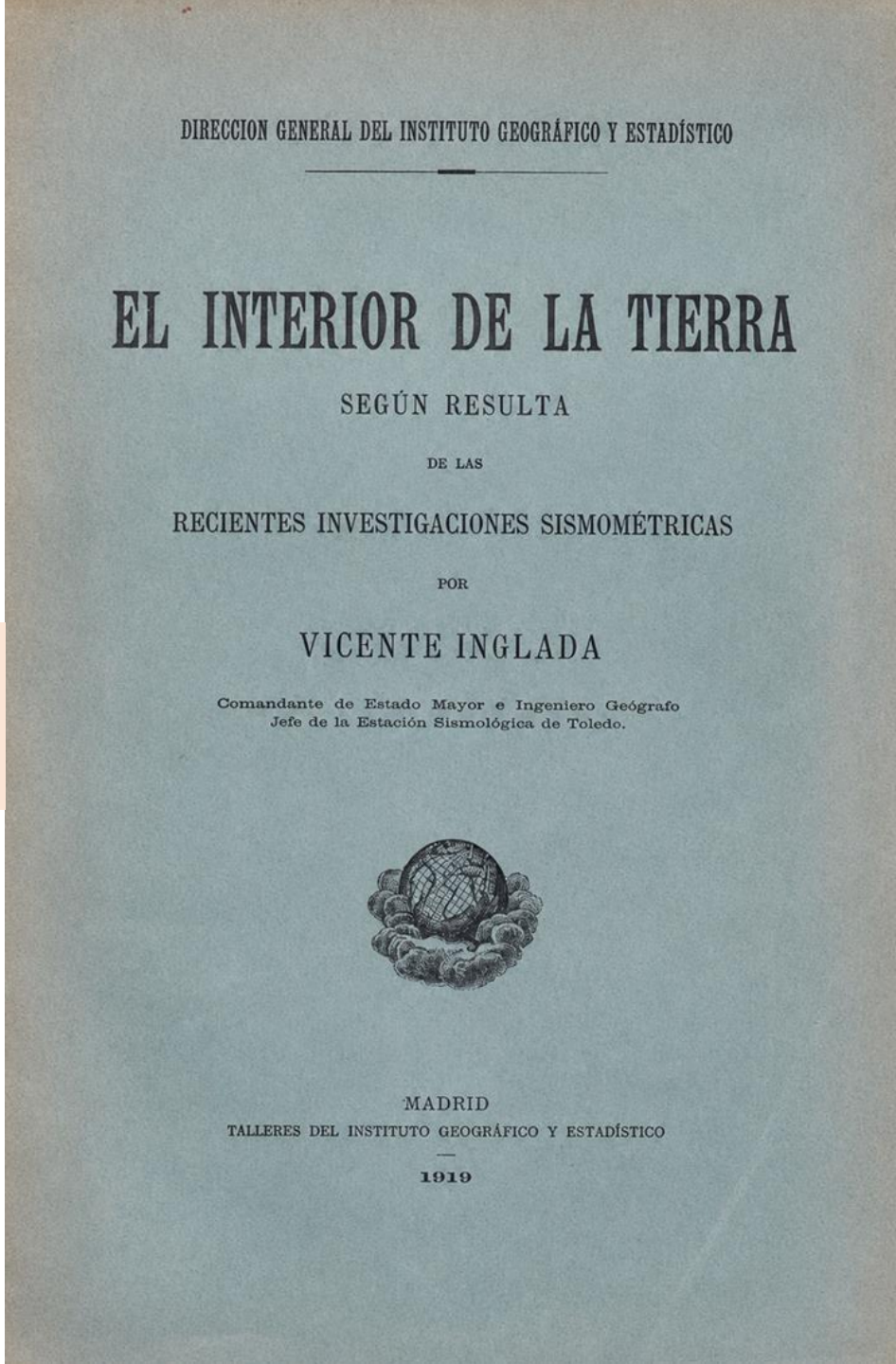


años que Inglada Ors estuvo dirigiendo el Observatorio sismológico de Toledo consiguió, por su tenaz labor de estudio de las condiciones de funcionamiento de los aparatos instalados, que los datos que proporcionaba aquel Observatorio gozaran de gran crédito y fueran muy apreciados por los más eminentes sismólogos extranjeros. Este persistente trabajo culminó en la feliz reforma que ideó del sistema de palancas, varillas, ejes y plumas del sismógrafo Wiechert, con la que consiguió que la amplificación del aparato pasase de 180 o 200 a 500 o 600, y aún después, que fuese elevada esta amplificación para la componente vertical a más de 1.500. El acierto que esta modificación implicaba fue comprobado en seguida al registrar el sismógrafo el 18 de diciembre de 1921 y el 17 de enero de 1922 dos gráficas notabilísimas de sismos sudamericanos, al parecer, correspondientes a un mismo foco de gran profundidad, y de los que el segundo pudo ser estudiado por él con gran detalle gracias a la referida gráfica»*.

* Lo interesados en la gestación de este observatorio son invitados a consultar *El Ingeniero Geógrafo José Galbis Rodríguez al servicio de la Meteorología*s interesados en la gestación de este observatorio pueden. Mario Ruiz Morales. Ministerio de Medio Ambiente (2005).

(*Revista de Geofísica*. Nº29. Notas Necrológicas. Don Vicente Inglada Ors). Desde que se hizo cargo del Observatorio Sismológico, inició una notable producción bibliográfica que nunca abandonaría, incluso durante el paréntesis en que se dedicó a la docencia en la Escuela Superior de Guerra, tras ser nombrado el 15 de septiembre de 1923 profesor de Algoritmos Matemáticos y Astronomía; a ese periodo nos referiremos con cierto detalle en la segunda parte de esta reseña. Cuatro de las primeras aportaciones de Inglada fueron las siguientes: 1) *El interior de la Tierra, según resulta de las recientes investigaciones sismométricas*; 2) *La Sismología moderna*; 3) *Como se registran los temblores de tierra*; 4) *Las isosistas y los efectos destructores del temblor de tierra*. De obligado recuerdo es que la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales premió cuatro de las Memorias que le fueron presentadas por Inglada, a saber: I) *Cálculo de las coordenadas del foco sísmico y del instante inicial de la sacudida por medio de las horas del principio de los sismogramas registradas en varias Estaciones próximas* (1926) ; II) *Contribución al estudio del megasismo japonés de 1º de Septiembre de 1923*; III) *Estudio de sismos españoles: el terremoto del Bajo Segura del 10 de Septiembre de l9l9* (en esta aplicó el método de los

El interior de la Tierra es un estudio breve (50 páginas y 13 láminas desplegables) en el que se explica como la sismología estaba revolucionando el conocimiento de la estructura interna del planeta. En efecto, los terremotos y más concretamente el análisis de la velocidad, reflexión y refracción de las ondas sísmicas permitió deducir la existencia de capas internas con propiedades físicas diferentes. Inglada refirió asimismo los avances recientes, desde finales del siglo XIX y principios del XX; comenzando ya a presentar la Tierra como un globo en el que podían identificarse las tres zonas que luego serían clásicas: corteza, manto y núcleo.



DIRECCION GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

EL INTERIOR DE LA TIERRA

SEGÚN RESULTA

DE LAS

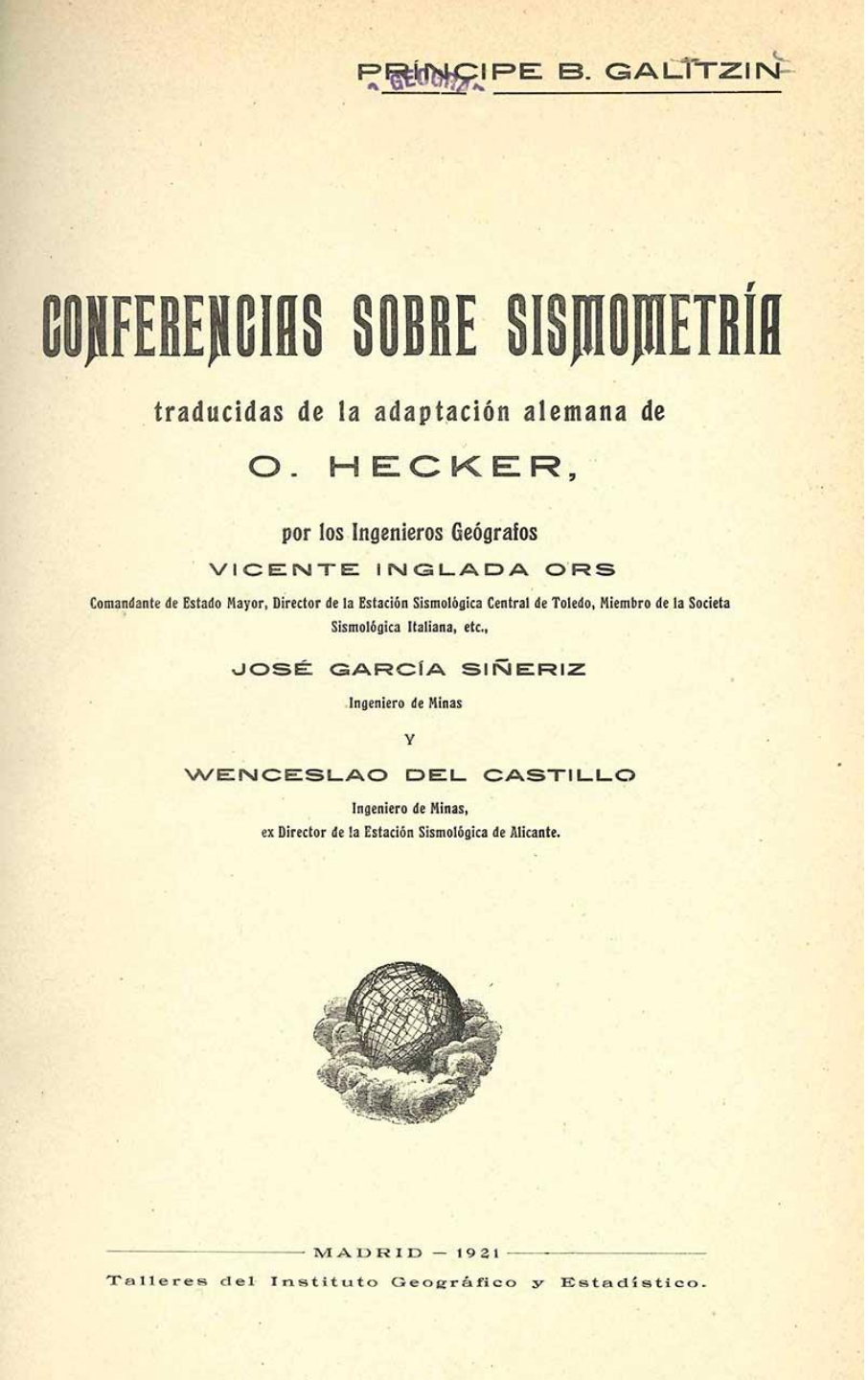
RECIENTES INVESTIGACIONES SISMOMÉTRICAS

POR

VICENTE INGLADA

Comandante de Estado Mayor e Ingeniero Geógrafo
Jefe de la Estación Sismológica de Toledo.

MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO
—
1919


PRÍNCIPE B. GALITZIN

CONFERENCIAS SOBRE SISMOMETRÍA

traducidas de la adaptación alemana de

O. HECKER,

por los Ingenieros Geógrafos

VICENTE INGLADA ORS

Comandante de Estado Mayor, Director de la Estación Sismológica Central de Toledo, Miembro de la Societa Sismológica Italiana, etc.,

JOSÉ GARCÍA SIÑERIZ

Ingeniero de Minas

Y

WENCESLAO DEL CASTILLO

Ingeniero de Minas,
ex Director de la Estación Sismológica de Alicante.

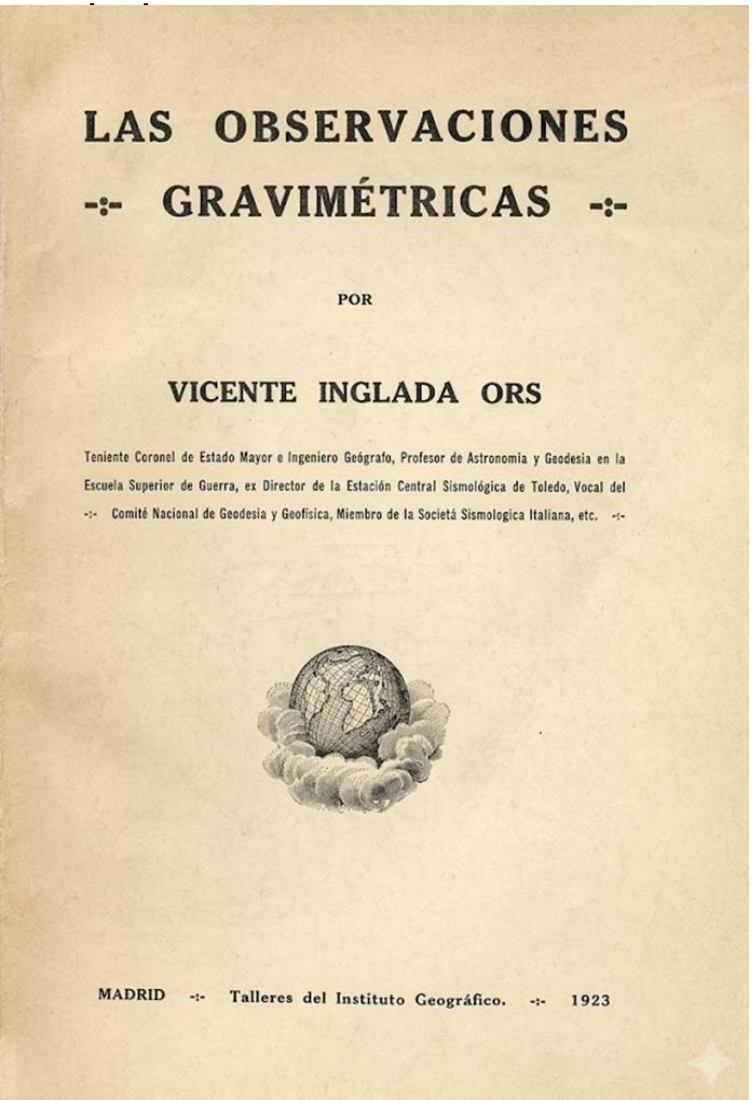
MADRID — 1921

Talleres del Instituto Geográfico y Estadístico.

mínimos cuadrados para calcular las coordenadas del foco); *IV) Contribución al estudio del sismo pirenaico (canal de Berdún) de I0 de Julio de 1923*. Inglada dejó constancia de su dominio del alemán, al haber traducido las cuatro obras siguientes: 1)Príncipe Galitzin: *Conferencias sobre Sismometría*.—Traducidas de la adaptación alemana de O. Hecker, en colaboración con los Ingenieros Geógrafos don José García Siñeriz y don Wenceslao del Castillo*. Madrid, 1921 ; 560 págs.; 2) A. Wegener: *La génesis de los Continentes y Océano*s.—Publicación de la «Revista de Occidente», 1924; 172 págs.; 3) Wilhelm Trabert: *Meteorología*.—Publ. por la Editorial Labor ; 146 págs.; 4)Fritz Frech: Geología, libro II: *Estructura de las montañas. Temblores de tierra*.—Pub. por la Editorial Labor ; págs. 149-304. Ya es sabido Es sabido que Inglada dejó el Instituto Geográfico y estadístico en 1923, al ser destinado, como Supernumerario, a la Escuela Superior de Guerra; un centro en el que ya había destacado como alumno y el que sentaría cátedra como profesor de Astronomía y Geodesia, hasta que dejó de funcionar como tal Centro en 1928. No obstante, en ese mismo año 1923, el Instituto le publicó dos obras significativas. En primer lugar, *La Corteza Terrestre* (94 págs), en la que el autor divulgó los avances geofísicos y geológicos habidos en los comienzos

* La colaboración de ambos ingenieros con Inglada, sobre todo la de García Siñeriz, se mantuvo durante toda la vida. Hada más concluir la guerra civil, creó este el Instituto Nacional de Geofísica, nombrando a Inglada vicedirector del mismo. El Instituto publicó la Revista de Geofísica, para dar a conocer las investigaciones llevadas a cabo en el sector, siendo Inglada uno de los colaboradores habituales. Muy recientemente la Fundación José García Siñeriz ha editado el libro *Los Orígenes de la Geofísica Aplicada. José García Siñeriz (1886 - 1974),* en el que se reivindica el respeto que sentía este hacia Inglada, su referente intelectual.

de ese siglo XX. A lo largo del texto se analizó la estructura de la Tierra y, en particular, el problema del espesor y la naturaleza de la corteza terrestre; revisando las concepciones tradicionales que dividían la Tierra en núcleo y corteza, para después presentar las investigaciones más recientes sobre la isostasia y la compensación de masas en el interior de la Tierra. La segunda publicación fue muy posiblemente la obra magna de Inglada, aunque se alejase un tanto de su quehacer sismológico más cotidiano; titulada *Las Observaciones Gravimétricas* (584 págs.), fue dedicada al Ingeniero Geógrafo y Teniente Coronel de Estado Mayor Arturo Mifsut y Macón. Este trabajo de Inglada se centró por tanto en la medida de la intensidad de la gravedad, una herramienta fundamental para poder entender tanto la forma de la Tierra como la distribución de masas que presenta en su interior; además de su incuestionable valor científico, ha de considerarse vanguardista, para el tiempo en que fue escrita. Inglada expuso con claridad los principios físicos de la gravedad, los métodos de observación de la época, así como la importancia de obtener medidas rigurosas para el cabal conocimiento de la corteza terrestre y el desarrollo de disciplinas afines. El libro de Inglada fue tan valorado por el Directorio militar, que le fue concedida «la Cruz de segunda clase del Mérito Militar con distintivo blanco con el 20 por ciento del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso inmediato». Así fue recogido en la Gaceta de Madrid (Año

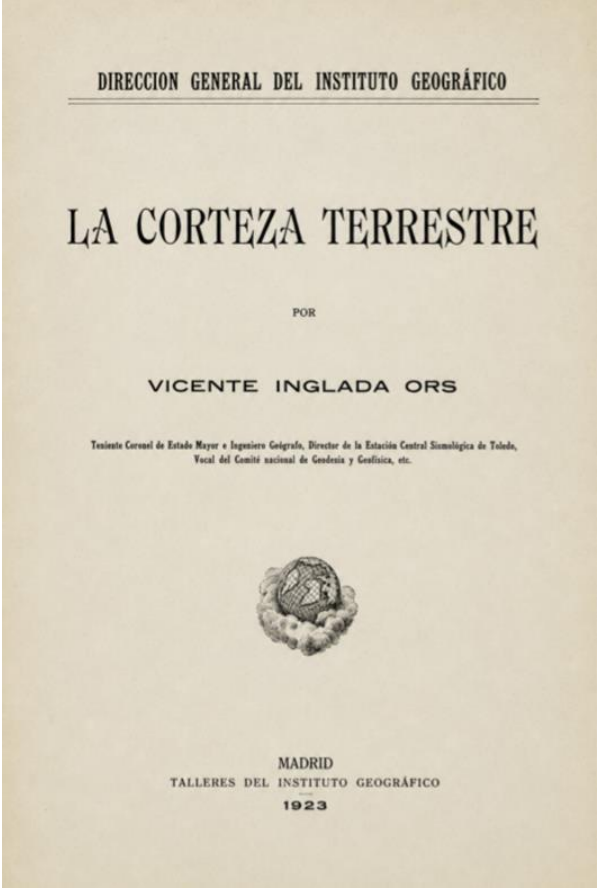

LAS OBSERVACIONES
-:- GRAVIMÉTRICAS -:-

POR

VICENTE INGLADA ORS

Teniente Coronel de Estado Mayor e Ingeniero Geógrafo, Profesor de Astronomia y Geodesia en la Escuela Superior de Guerra, ex Director de la Estación Central Sismológica de Toledo, Vocal del -:- Comité Nacional de Geodesia y Geofisica, Miembro de la Societá Sismologica Italiana, etc. -:-

MADRID -:- Talleres del Instituto Geográfico. -:- 1923


DIRECCION GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO

LA CORTEZA TERRESTRE

POR

VICENTE INGLADA ORS

Teniente Coronel de Estado Mayor e Ingeniero Geógrafo, Director de la Estación Central Sismológica de Toledo, Vocal del Comité nacional de Geodesia y Geofísica, etc.

MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO
1923

A mi querido y sabio Profesor de Astronomía y Geodesia

Ilmo. Sr. D. Arturo Mifsut y Macón,

Coronel del Cuerpo de Estado Mayor del Ejército
e Inspector general del de Ingenieros Geógrafos,

dedica este modestísimo trabajo de vulgarización geodésica, en prueba de viva gratitud y singular afecto,

El Autor.

Toledo y Marzo de 1922.

El Palacio Provincial de Toledo.En él estuvo ubicado el Observatorio Sismológico de Toledo hasta que se trasladó a su actual sede en el año 1933.

Vicente Inglada Ors dedica el libro *Las Observaciones Gravimétricas*, a su antiguo profesor Arturo Mifsut

CCLXIII. Viernes 7 Noviembre 1924. Nº 312), añadiendo que como no estaban abiertas las Cortes se decidió no demorar el premio «al que sobresale en el estudio de las ciencias con utilidad para el Ejército».

Año CCLXIII.—Tomo IV. Viernes 7 Noviembre 1924 Núm. 312.—Página 625

DIRECCION-ADMINISTRACION:
Calle del Carmen, núm. 29, entresuelo.
Teléfono núm. 25-49

VENTA DE EJEMPLARES:
Ministerio de la Gobernación, planta baja.
Número suelto, 0,50

GACETA DE MADRID

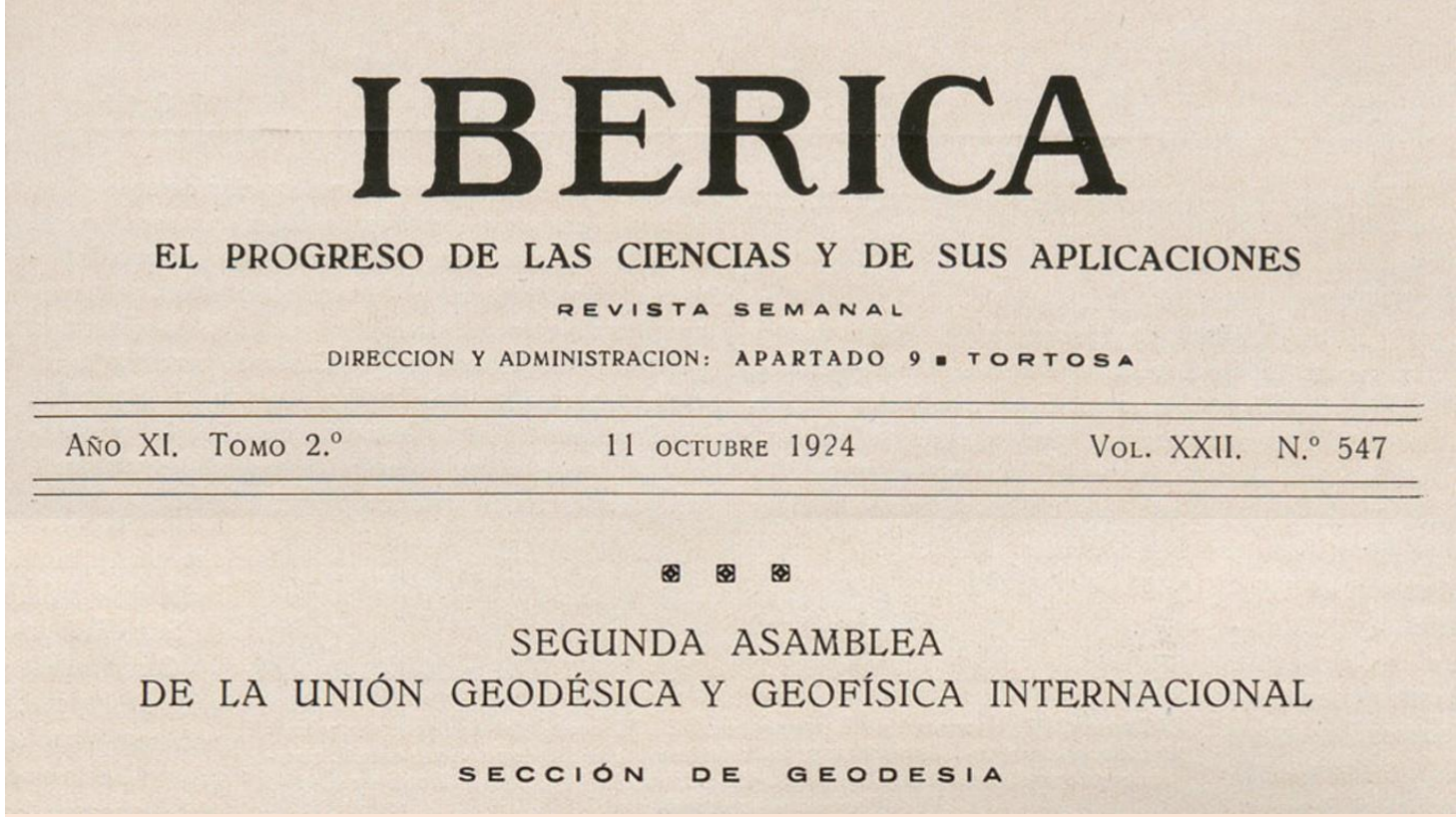
Presidencia del Directorio Militar

Real decreto disponiendo que los Auxiliares de Contabilidad y Oficinas del Cuerpo de Telégrafos, que hayan ingresado mediante examen reglamentario, sean considerados como funcionarios del Cuerpo de Telégrafos para los efectos de estimarlos incluídos en el Montepío de Correos.—Páginas 626 y 627.

Otro concediendo al Teniente coronel de Estado Mayor D. Vicente Inglada Ors la Cruz de segunda clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el el 20 por 100 de sueldo de su actual empleo hasta su ascenso inmediato.—Página 627.

Cuando comenzara a dar clases en la Escuela Superior de Guerra, Inglada debió sentir el legítimo orgullo de haber sucedido a un plantel de profesores ilustres, entre los que destacaba naturalmente Arturo Mifsut y Macón. Su actividad geodésica inicial debió discurrir en paralelo a todos los preparativos de la Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, cuya celebración debería comenzar en la última semana del mes de septiembre del año siguiente (1924). En España se crearon, para su preparación, dos Comités nacionales de Astronomía y de Geodesia y Geofísica, presididos ambos por el director del Instituto Geográfico, el Ingeniero Geógrafo Luis Cubillo y Muro. Todos los Comités nacionales, coordinados por dicha Unión, se subdividieron en las secciones siguientes: Geodesia, Sismología, Meteorología, Magnetismo, Oceanografía, Vulcanología e Hidrología. La Comisión organizativa de la Asamblea de Madrid, estuvo presidida por José Galbis

Rodríguez, Ingeniero Geógrafo Subdirector del Instituto Geográfico, y compuesta por Juan López Soler, Teniente coronel de Estado Mayor, Honorato de Castro Bonel, Astrónomo y Catedrático de Astronomía Esférica y Geodesia de la Universidad central y el Ingeniero Geógrafo Manuel Cifuentes, jefe del Servicio de Nivelación y Mareógrafos del referido Instituto. De todos esos detalles dio cumplida información Vicente Inglada en la revista IBÉRICA, como cronista excepcional; señalando además que «las sesiones preparatorias del Comité ejecutivo, tuvieron lugar los días 24 y 25 de septiembre, celebrando cada día una reunión por la mañana que empezaba a las 10^h y otra por la tarde a las 15^h 30^m». Más adelante comentaba que la primera sesión plenaria de la Sección de Geodesia se verificó el viernes 26 de septiembre a las 10 de la mañana. Inglada detalló asimismo cuales fueron las Comisiones entonces constituidas. Financiera general de la Unión; Financiera de la Sección; Comisión mixta del Servicio Internacional de latitudes; Comisión para el estudio de la estabilidad de la Tierra en las regiones de actividad sísmica y volcánica y oportunidad de aumentar la red de estaciones gravimétricas, Comisión para la reglamentación de los diversos trabajos geodésicos; Comisión del invar y Comisiones de las operaciones geodésicas internacionales. La sesión inaugural tuvo lugar en el Salón del Congreso de los Diputados, en la mañana del 1 de octubre, siendo presidida por el Rey Alfonso XIII y concluyó el día 8. Durante su



IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

REVISTA SEMANAL

DIRECCION Y ADMINISTRACION: APARTADO 9 ■ TORTOSA

Año XI. Tomo 2.º — 11 octubre 1924 — Vol. XXII. N.º 547

SEGUNDA ASAMBLEA
DE LA UNIÓN GEODÉSICA Y GEOFÍSICA INTERNACIONAL

SECCIÓN DE GEODESIA

Cartela de la revista en la que se resume el desarrollo de las primeras reuniones celebradas en Madrid por la segunda Asamblea de la *Unión Internacional de Geodesia y Geofísica.*

Sesión inaugural de la segunda Asamblea de la UNIÓN INTERNACIONAL DE GEODESIA Y GEOFÍSICA. A la derecha de S. M., el marqués de Magaz y M. Lallemand. A la izquierda, el señor G. Leániz y el señor Cubillo leyendo su discurs.

IBERICA, El Progreso de las Ciencias y de sus Aplicaciones

Los asambleístas en el salón de sesiones del Congreso después de celebrarse la primera sesión plenaria el día 2 de octubre. En primera fila de izquierda a derecha, los señores Lallemand, Cubillo y Lyons

IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

REVISTA SEMANAL

DIRECCION Y ADMINISTRACION: APARTADO 9 • TORTOSA

AÑO XI. TOMO 2.º — 25 OCTUBRE 1924 — VOL. XXII. N.º 549

GRANADA DESDE UN AEROPLANO

Vista parcial de la ciudad: la calle más ancha y recta es la Gran Vía - La Alhambra y parte del Albaicín

(Fot. Aeródr. de Armilla, Granada)

celebración, se organizaron visitas a Toledo, Aranjuez y el Monasterio del Escorial. Una vez finalizada la Asamblea se realizaron dos excursiones, para los días 9, 10 y 11; recorriendo en una de ellas las ciudades de Córdoba, Sevilla y Granada , y en la otra, Valencia, Tortosa* y Barcelona.

En este número se resume el desarrollo de la segunda sesión plenaria y de clausura (día 8 de octubre). Asimismo, expuso Inglada el detalle de las reuniones celebradas por la Sección de Geodesia durante los días 29 y 30 de septiembre, y los días 2, 4, 6, 7 y 8 de octubre (dándose por concluidas en ese día).

El acuerdo de mayor alcance científico tomado por esta Asamblea fue la elección de un solo elipsoide de referencia para toda la Tierra, el cual fue conocido como elipsoide internacional a partir de entonces (aunque distó mucho de llegar a serlo). El relato que hizo Inglada de la sesión celebrada en la mañana del día 6 de octubre, tiene un innegable valor histórico, de ahí que se reproduzca íntegramente: «A continuación, se discute el informe dado por el comité ejecutivo acerca de la elección de un elipsoide de referencia para todo el globo. El coronel Perrier expone las consideraciones que han llevado al comité a proponer se recomiende el elipsoide de Hayford, cuyas constantes son: Aplanamiento, 1:297.0 ± 0.5. Radio ecuatorial, 6378.388 km ± 18 m. Radio polar; 6356.909 km. Bowie explica que no se trata de una prescripción obligatoria, sino simplemente de una

*No debe sorprender la inclusión de Tortosa, ya que allí se hallaba el Observatorio del Ebro, regentado por los jesuitas, que ya gozaba de buena reputación. En él se publicó la revista IBÉRICA, El Progreso de las Ciencias y de sus Aplicaciones; la cual dio cumplida cuenta del desarrollo de tan importante Asamblea científica.

recomendación que podrá seguirse en los países en que no se hayan empezado aún los trabajos de compensación de las redes geodésicas; pues en aquéllos en que esta labor de cálculo esté terminada o adelantada, no hay que pensar en que vuelvan a rehacerlos conforme a este nuevo elipsoide. Intervienen en esta discusión Hinks, que presenta con detalle la compensación gráfica y unas tablas calculadas para el elipsoide de Clarke (1880), Rosen, Da Costa Lobo, Gautier y Winterbotham. El coronel Perrier se extiende en nuevas consideraciones para justificar y hacer comprender el alcance de la propuesta del comité ejecutivo. Intervienen nuevamente Winterbotham, Rosen y Meinesz, y el coronel Perrier añade nuevos argumentos para apoyar la propuesta; mas, como es la una de la tarde, el presidente levanta la sesión y deja para la de la mañana siguiente la votación de la cuestión del elipsoide». Como en la tarde no hubo sesión, los asambleístas visitaron el Observatorio Astronómico y Meteorológico, así como la sede central del Instituto Geográfico. Abierta la sesión matinal del día 7, se votó la cuestión del elipsoide internacional y fue admitido por mayoría el de Hayford, propuesto por el comité ejecutivo.

El General Georges Perrier en 1937, el más firme defensor del modelo elipsoidal calculado por J.F. Hayford y declarado internacional en la segunda Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (Madrid.1924)

Además del seguimiento de las sesiones anteriores, Inglada fue recopilando la información necesaria para poder redactar un informe sobre los trabajos geodésicos; el cual sería publicado en el número 550 de la revista IBERICA (1 de noviembre de 1924). El inicio del mismo, no pudo ser más halagüeño para los responsables de la Sección de Geodesia: «Si…la labor llevada a cabo por las diferentes secciones es copiosa y de gran importancia, la que corresponde a la rama geodésica resalta por su admirable organización, por la múltiple colaboración de dos docenas

UNION GEODÉSICA Y GEOFÍSICA INTERNACIONAL

SECCIÓN DE GEODESIA

SEGUNDA ASAMBLEA GENERAL DE MADRID—OCTUBRE, 1924

INFORME

SOBRE LOS

TRABAJOS GEODÉSICOS

EFECTUADOS POR EL

INSTITUTO GEOGRÁFICO

POR

DON MANUEL DOMÍNGUEZ

INGENIERO GEÓGRAFO, JEFE DEL SERVICIO GEODÉSICO

MADRID -:- TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO -:- 1924

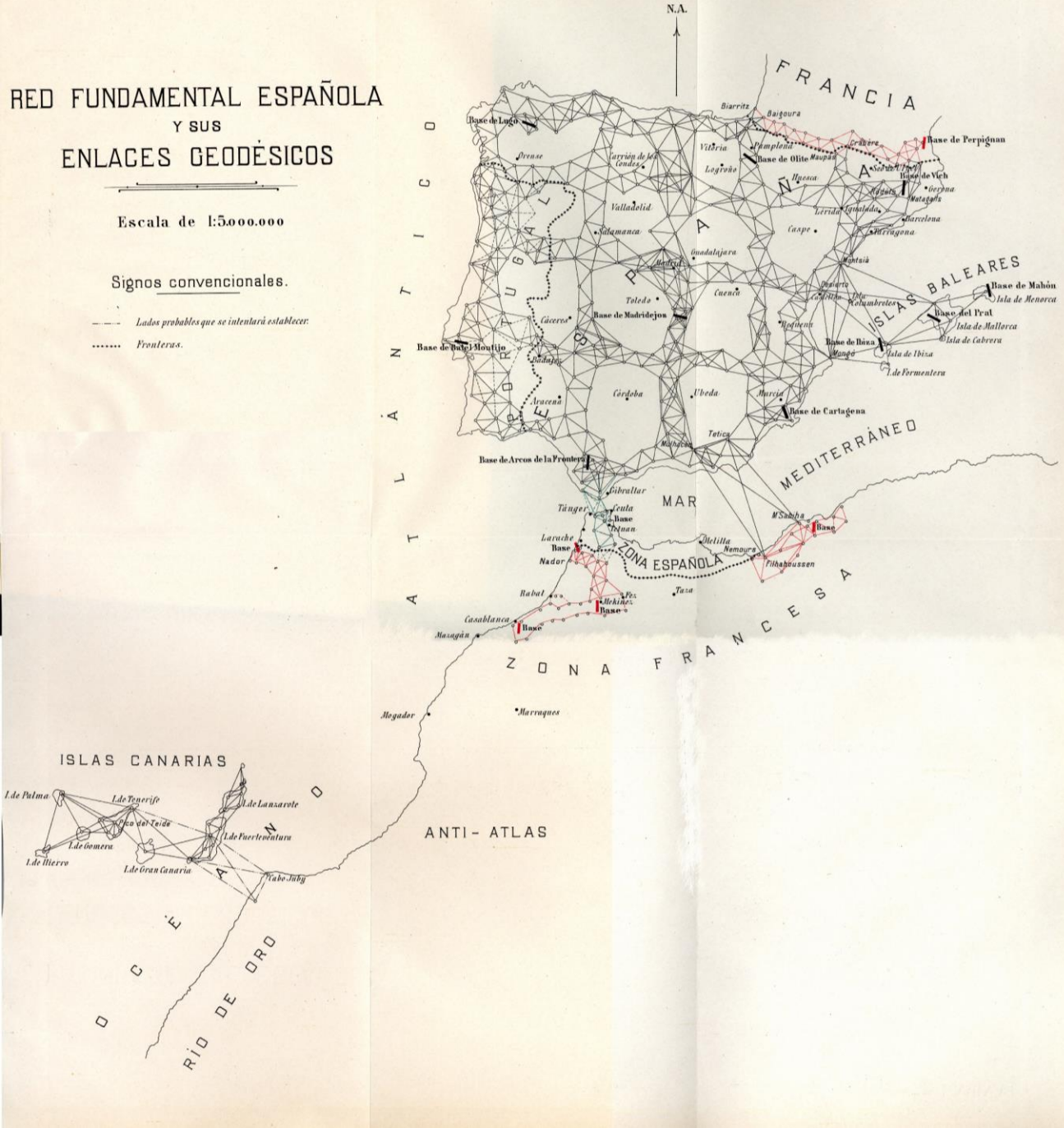
de países de todas partes del mundo y por el interés de las investigaciones que se han discutido y aprobado». Sn embargo, razones de espacio obligan a referir solamente sus comentarios sobre los efectuados en España, representada en la Sección de Geodesia por el Coronel de Estado Mayor e Inspector del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos Felipe de La Rica y Calvo; siendo el Ingeniero Geógrafo Manuel Domínguez Vázquez, Jefe del Negociado de Geodesia, el encargado de informar sobre las tareas que se venían acometiendo desde el año 1922. El informe, estructurado en tres partes, dio cuenta en la primera de las triangulaciones, referidas a « la cadena de meridiano de Tetuán, que enlaza la red geodésica española de primer orden a la de la zona del Protectorado español de Marruecos y a la correspondiente francesa, y el proyecto de triangulación de primer orden de las islas Canarias y su enlace al continente africano, operaciones que elogió el coronel Perrier cumplidamente. La segunda parte del informe español comprende los trabajos efectuados por el ingeniero geógrafo don Guillermo Sans Huelin, que completan la red española de estaciones relativas de intensidad de la gravedad y el trazado de las curvas isanómalas, basándose en la última fórmula de Helmert (1915) para la distribución teórica de la gravedad al nivel del mar. Esta memoria se complementa con otro trabajo, muy interesante, del propio señor

RED FUNDAMENTAL ESPAÑOLA
Y SUS
ENLACES GEODÉSICOS

Escala de 1:5.000.000

Signos convencionales.

- Lados probables que se intentará establecer.
- Fronteras.



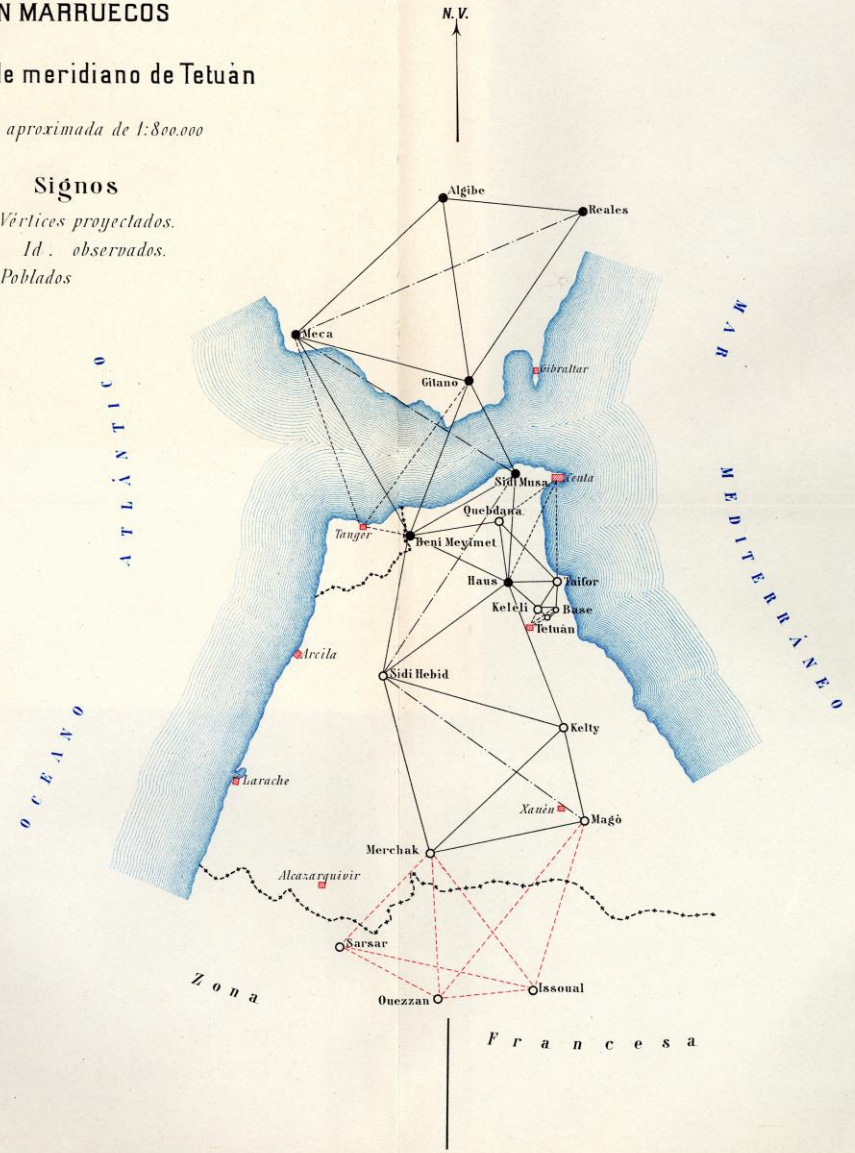
RED GEODÉSICA DE 1.er ORDEN DE LA ZONA DEL PROTECTORADO ESPAÑOL EN MARRUECOS

Cadena de meridiano de Tetuàn

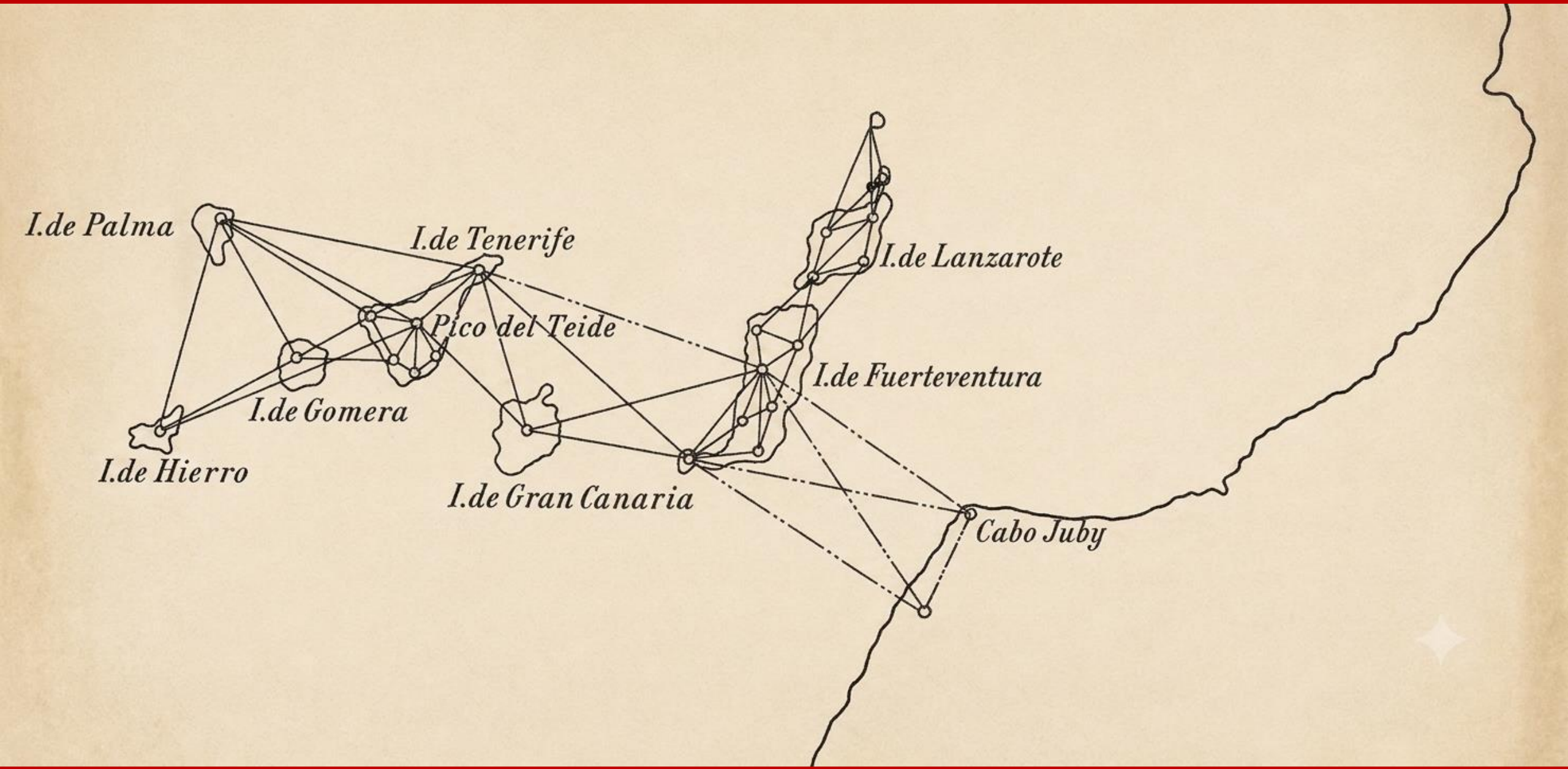
Escala aproximada de 1:800.000

Signos

- *Vértices proyectados.*
- *Id. observados.*
- *Poblados*



TRIANGULACIÓN GEODÉSICA DE ENLACE DE LAS ISLAS CANARIAS ENTRE SI Y CON ÁFRICA (1924). Detalle ampliado del que figura en la RED FUNDAMENTAL ESPAÑOLA Y SUS ENLACES GEODÉSICOS . Escala 1/5000000. 1924.



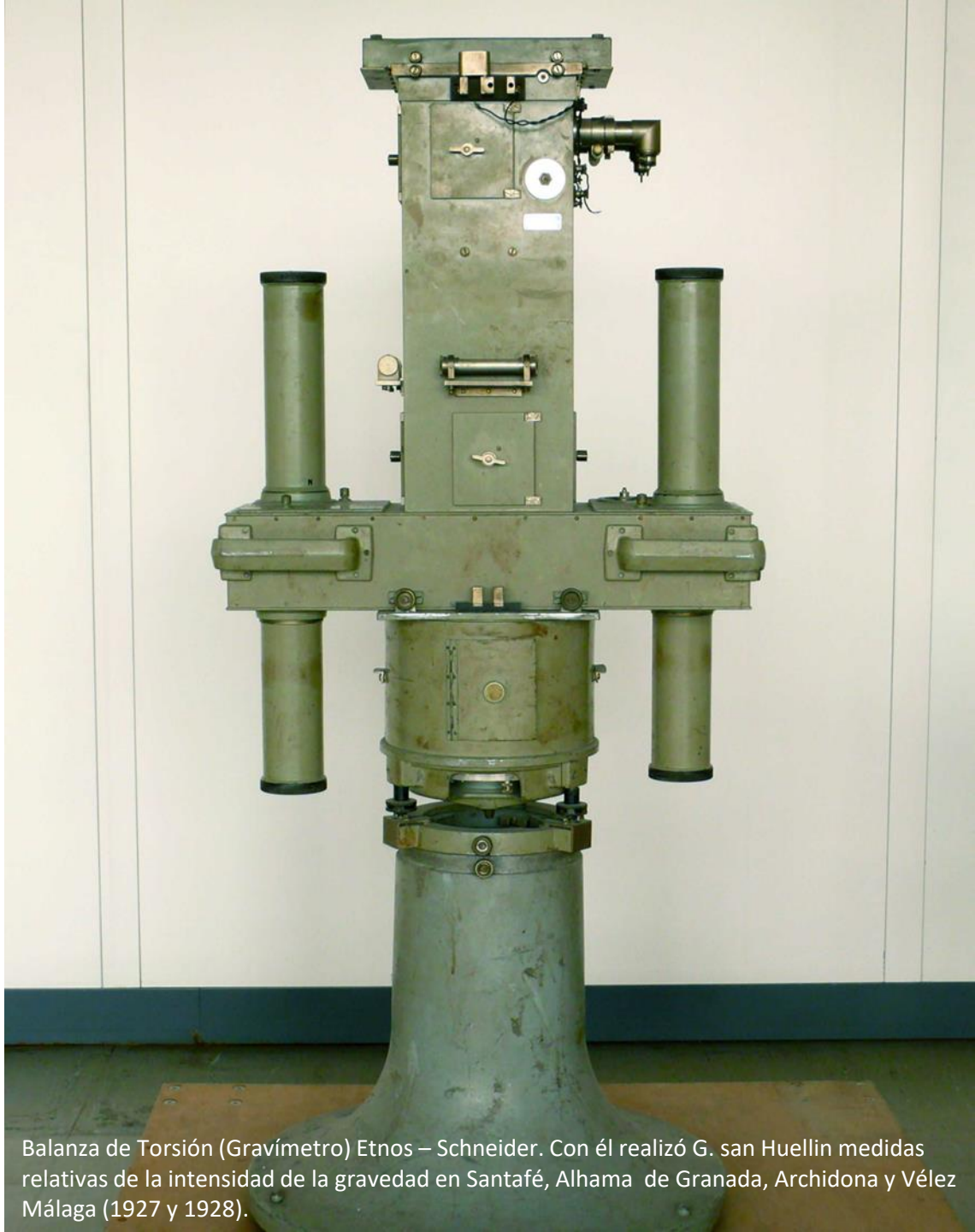
Luis Cubillo Muro (1864-1925), Director General del Instituto Geográfico y Estadístico y del Instituto Geográfico y Catastral, con el uniforme de Inspector General del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos. La medalla que luce en el cuello es la de Geodesta y la mas baja del pecho es la de la Asociación de Ingenieros Geógrafos.

El Topógrafo e Ingeniero Geógrafo Manuel Domínguez Vázquez (1866-1939). Foto cedida por su nieta María Jesús Domínguez Martín-Sánchez.

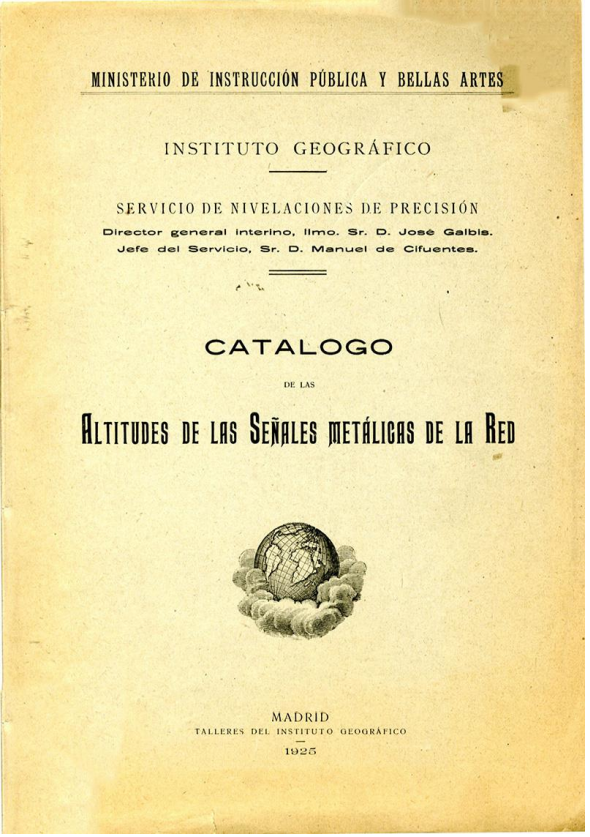
El Ingeniero Geógrafo Guillermo Sans Huelin, fotografía cedida por su hijo Agustín Sans de Llanos.

Tres de los protagonistas españoles citados por Vicente Inglada Ors en su reportaje (IBÉRICA) sobre la segunda *Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica*, celebrada en Madrid (septiembre-octubre 1924)

Sans Huelin acerca de la balanza de torsión Etnos-Schneider y de sus aplicaciones, como introducción a las importantes investigaciones que con tan sensible aparato va a efectuar el Instituto Geográfico y que tiene a su cargo tan distinguido ingeniero. Por último, la tercera parte del informe español es debida al Ingeniero Geógrafo Jefe del Servicio de nivelaciones de precisión y de mareógrafos, don Manuel de Cifuentes, y en ella se exponen el estado actual de dicha clase de trabajos, el plan de los que se van a efectuar en plazo breve y los instrumentos recientemente adquiridos, para que tan importantes observaciones alcancen la precisión extrema que reclaman los progresos actuales de la ciencia geodésica». La última parte del informe de Inglada resume a la perfección la necesidad de ese tipo de asambleas científicas, por su contribución a un mejor conocimiento de la forma de la Tierra y de su estructura interna: «Como se ve por esta reseña de los trabajos efectuados en los distintos países, el progreso geodésico es rapidísimo y las asambleas, en que se da cuenta de los resultados obtenidos, son de grandísima utilidad, pues no sólo ponen en comunicación a las personas más competentes en estas materias, lo que da lugar a discusiones interesantes en que se resuelven los más arduos problemas,



Balanza de Torsión (Gravímetro) Etnos – Schneider. Con él realizó G. san Huellin medidas relativas de la intensidad de la gravedad en Santafé, Alhama de Granada, Archidona y Vélez Málaga (1927 y 1928).


MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA Y BELLAS ARTES

INSTITUTO GEOGRÁFICO

SERVICIO DE NIVELACIONES DE PRECISIÓN

Director general interino, Ilmo. Sr. D. José Galbis.
Jefe del Servicio, Sr. D. Manuel de Cifuentes.

CATALOGO

DE LAS

ALTITUDES DE LAS SEÑALES METÁLICAS DE LA RED

MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO
1925

sino que obran como estimulo poderoso para que las naciones que no dan muestras de gran actividad en la investigación geodésica, se vean obligadas a contribuir eficazmente en lo que depende de las observaciones efectuadas en su propio territorio, a la resolución de los numerosos problemas concernientes a la figura general de nuestro Globo y a la distribución de las masas subterráneas, en que estriba su estructura interna, considerada desde el punto de vista puramente geodésico».

Dos años después de la Asamblea anterior, Inglada fue, junto al director del Instituto Geográfico (José Elola), vocal del Comité organizador que preparó la celebración del XIV Congreso Geológico Internacional; cuya sede fue el nuevo edificio del Instituto Geológico, que acababa de ser construido en la calle Río Rosas de Madrid. En el mes de septiembre del año siguiente (1927) tuvo lugar en Praga la 3ª Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica. La delegación española, con 25 miembros, fue la más numerosa; movida quizás por el rotundo éxito que tuvo la de Madrid. Inglada fue un de sus integrantes más destacados, gracias a una de sus intervenciones en la Sección de Sismología, presidida por el inglés H. H. Turner. Resulta que entre ambos sismólogos se entabló una discusión, sobre diferentes cuestiones sísmicas y vulcanológicas, que terminó dando la razón al español. Tal desenlace incrementó el prestigio científico del español, con inmediata repercusión en el gobierno del Directorio militar; de hecho, su máximo responsable (Miguel Primo de Rivera) escribió un artículo elogiando la figura de Inglada. Fue publicado en la página 4 del periódico *La Nación* (Madrid 4.IX.1927).

El astrónomo y sismólogo Herbert Hall Turner, Presidente de la Sección de Sismológica en la 3ª Asamblea de Geodesia y Geofísica, celebrada en Praga (1927.

El título del artículo anónimo evidenciaba su inequívoca intencionalidad política: *PARA QUE APRENDAN LOS PESIMISTAS, La eficaz y brillante actuación de España en el Congreso de Geodesia y Geofísica en Praga*. Así se refería a Vicente Inglada: «El ingeniero geógrafo teniente coronel de Estado Mayor Sr. Inglada obtuvo un enorme triunfo científico con motivo de una observación que le hizo Mr. Turner, presidente de la Sección de Sismología, en la sesión reunida con la de Vulcanología. Nuestro delegado puso de relieve tres errores de bulto en el trabajo a que se refirió el Sr. Turner, en oposición del de Inglada. Dicho Sr. Turner presentó su dimisión, desistiendo después». En el artículo se alabó también la figura del Ingeniero Geógrafo Rodrigo Gil y Ruiz, en relación con la ejecución del Mapa Magnético de España, editado por el Instituto Geográfico.

Año. II Toledo 9 de Septiembre de 1911. Núm. 222

El Eco Toledano

Diario defensor de los intereses morales y materiales de Toledo y su provincia.

Academia Preparatoria Toledana

(Sixto Ramón Parro, 27, Toledo)

fundada por el

Teniente Coronel D. José García Moreno, ex-Profesor de la Academia de Infantería.

Jefe de estudios: D. Vicente Inglada Ors, Capitán de Estado Mayor é Ingeniero Geógrafo.

Aunque generalmente se asocie la etapa docente de Vicente Inglada Ors a su paso por la Escuela Superior de Guerra, no debe olvidarse que ya ejerció como profesor cuando estaba al frente del Observatorio Sismológico de Toledo; así lo atestigua el anuncio insertado en el periódico *El Eco Toledano* (9 de septiembre de 1911) en el que figuraba como Jefe de Estudios de una Academia en la que se preparaban los aspirantes para ingresar en las del ejército. No se dispone de fuentes documentales suficientes para referir con detalle sus enseñanzas en la citada Escuela, aunque si de algunas que permiten inferir sus investigaciones en campos tan multidisciplinares como la geodesia y la cartografía; en ellas se basarán los comentarios que se harán a continuación. La primera de ellas fue el artículo titulado *La Geodesia Moderna*, publicado en la revista IBÉRICA (Vol. XXII. Nº 561. 17 enero 1925). En su comienzo concretó los objetivos de la

LA NACIÓN 1927

MADRID

4.ª PÁGINA

PARA QUE APRENDAN LOS PESIMISTAS

La eficaz y brillante actuación de España en el Congreso de Geodesia y Geofísica de Praga

Una lección más para los que no creen o aparentan no creer en el resurgimiento nacional. A nosotros no nos sorprende demasiado, porque cada día estamos presenciando hechos análogos, que comprueban hasta qué extremo tan halagüeño se desenvuelve la ciencia española y manifiesta su virtualidad, sus éxitos, más allá de las fronteras, en los medios intelectuales más elevados y exigentes de Europa. Ahora ha sido en el importante Congreso Internacional de Geodesia y Geofísica que acaba de celebrarse en Praga. España ha figurado en primera línea, tanto por la calidad como por la cantidad de los trabajos presentados. Y la unánime consideración de la Asamblea, a la que asistieron 26 países, hacia nuestros representantes se ha demostrado de un modo bien ostensible, puesto que DOS DE LAS SIETE SECCIONES DEL CONGRESO FUERON PRESIDIDAS POR ESPAÑOLES. El ingeniero geógrafo teniente coronel de Estado Mayor Sr. Inglada obtuvo un enorme triunfo científico con motivo de una observación que le hizo Mr. Turner, presidente de la Sección de Sismología, en la sesión reunida con la de Vulcanología. Nuestro delegado puso de relieve tres errores de bulto en el trabajo a que se refirió el Sr. Turner, en oposición del de Inglada.

Dicho Sr. Turner presentó su dimisión, desistiendo después. En la Sección de Magnetismo se nombró presidente de la Comisión de seis profesores, creada para hacer estudios de orden práctico sobre procedimientos geológicos de prospección minera, al ingeniero español Sr. Gil.

En la misma sesión fué acordado que la época a que se refiere el Mapa Magnético de España que el Instituto Geográfico ha presentado, se adopte para referir a ella los de los demás países.

A propósito del uso de los idiomas en los trabajos de los Congresos, Mr. Bowie (director de los Servicios Geodésicos de los Estados Unidos) abogó por el español, "tan difundido —dijo textualmente— como el francés y el inglés", y le apoyaron el señor Sornigliana y M. Gautier, quedando el asunto para ser tratado en el próximo Congreso Internacional.

La precedente información, escueta relación de sucesos, debe servir de estímulo a los hombres de trabajo para que vean cómo se reconoce la importancia de nuestra labor en el Extranjero. Contrasta, sin embargo, el acontecimiento optimista con la actitud de determinados elementos que no saben o no quieren ver lo que ocurre en casa, para conceder sólo su atención máxima y su fervorosa admiración a todo lo que tiene aspecto, marchamo u olor exóticos.

Aquí vendrían como anillo al dedo las duras diatribas de *Fígaro*. Y es que la pasión y las tendencias políticas ciegan hasta el punto de perder la visión del verdadero patriotismo, halagado y tonificado por hechos como el que hemos referido.

No tenemos la esperanza de que esto sea divulgado como merecería por lo significativo y satisfactorio para el país, porque mientras otras cosas que no redundan en nuestro prestigio, y que son consecuencias de calumnias y falsedades se esparcen a los cuatro vientos, con estas que halagan y debieran congratularnos a todos los españoles se emplea el procedimiento, suicida, del silencio. Excepciones hay, dignos periódicos sin duda, que procurarán, haciendo honor a su historia, contribuir a la propaganda de un hecho tan estimulante y confortador.

Coincidencia prodigiosa ésta de nuestro triunfo en un Congreso internacional de Geodesia, cuando se celebra en España el centenario de Felipe II, a cuya iniciativa se debió que el maestro Esquivel hiciera el primer mapa geodésico de la Península ibérica.

Y es que posee tan viva y poderosa fuerza la mentalidad nacional, que a pesar de las lamentaciones de pesimistas y de malos patriotas, no dejan de obedecer las consignas del esnobismo y consideran de buen tono censurar lo nuestro, sigue sus rutas victoriosas a través de los tiempos, colocando el nombre de España a la cabeza de las naciones en el cultivo de las ciencias.

EN CHAMARTIN DE LA ROSA

Cabalgata de calesas y chisperos, organizada con motivo de la conmemoración del cuarto aniversario de la creación de su escudo de armas. (Fot. Cervera.)

NI VISTO NI OIDO

Un parroquiano alegre y poco recomendable

CLISES DEL DÍA

Mentecatos o malvados

DE MUSICA

Los recitales de Jascha Spiwakowsky

ADAME MARTINEZ

Maya Coral de Madrid.

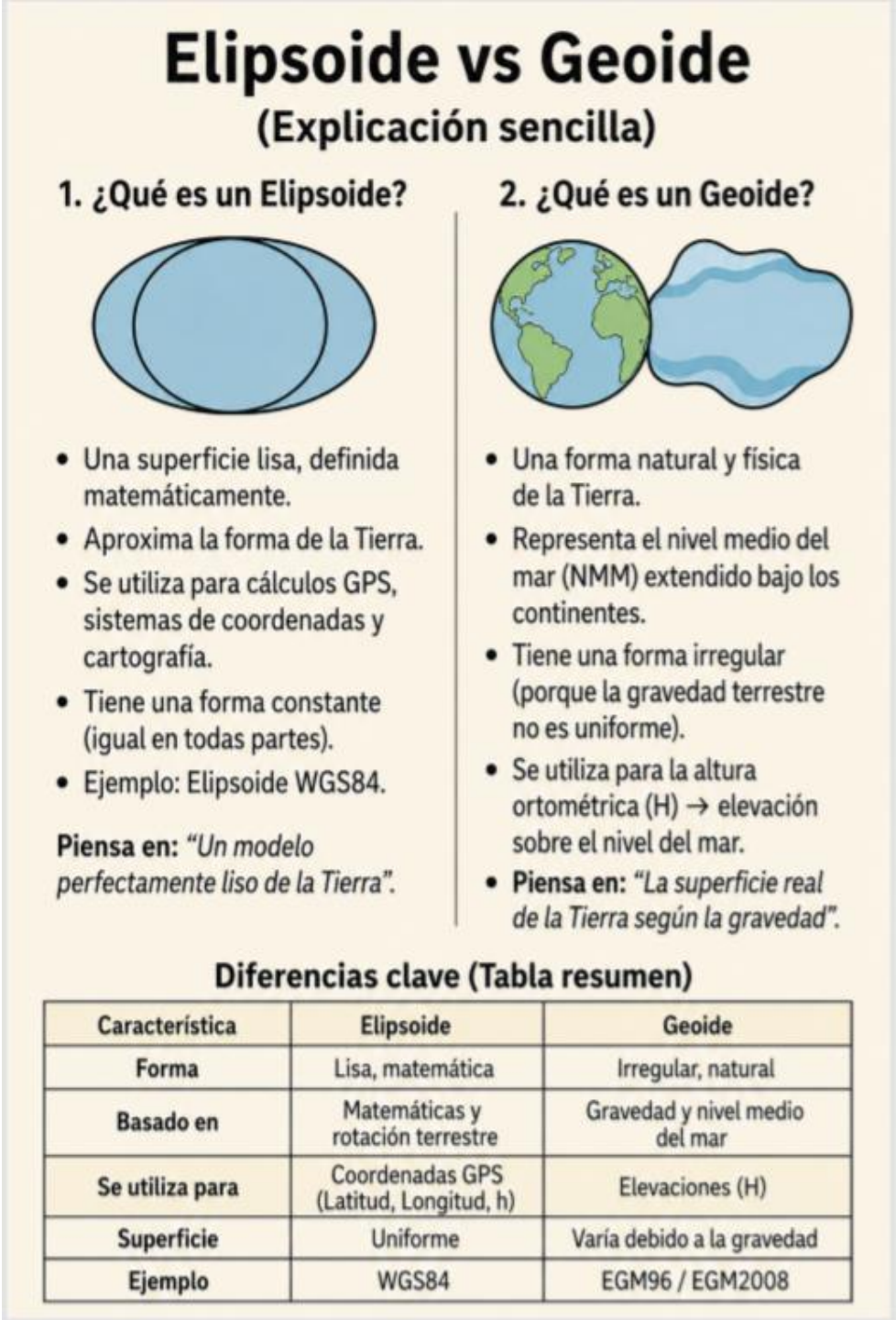
LA NACIÓN 1927

PARA QUE APRENDAN LOS PESIMISTAS

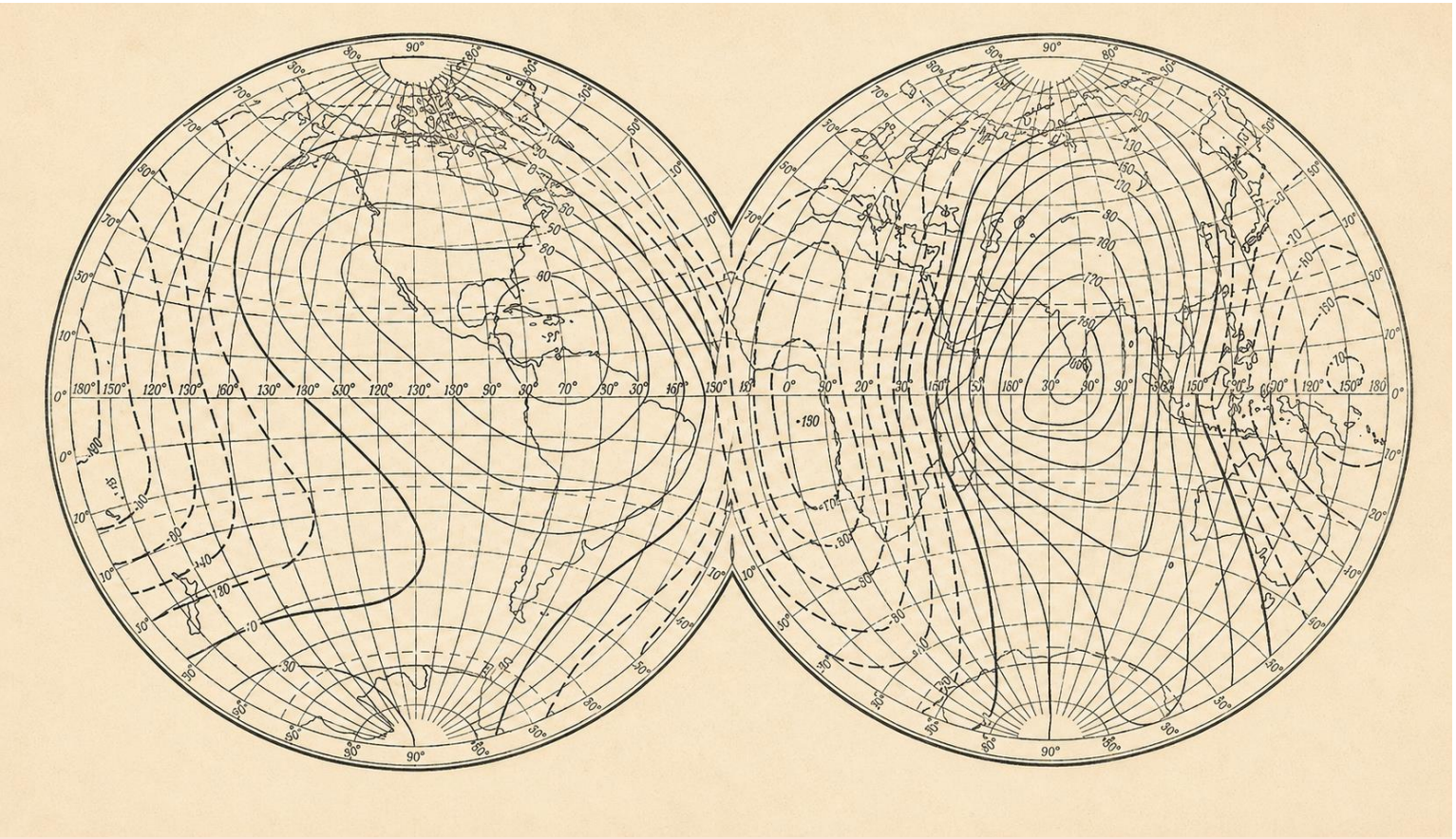
La eficaz y brillante actuación de España en el Congreso de Geodesia y Geofísica de Praga

Delegación española en la III Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica. (Praga.1927)

geodesia clásica: estudio de la forma y dimensiones de la Tierra, junto a la localización sobre su superficie de una serie de puntos singulares; anunciando después el nuevo libro escrito por el director del Instituto Geodésico de Dinamarca, el astrónomo y geodesta Frant Andreas Buchwaldt (1874-1923): *Les principes de la Géodésie Statique* (1922). En él se amplia un tanto la deafinición de la Geodesia, al considerarla dedicada «al estudio de la figura exterior de la Tierra y de su estructura interna». Inglada introdujo el concepto de geoide con habilidad: « La superficie terrestre o figura exterior del Globo, a que se refieren las anteriores definiciones, no es la superficie física o suelo que nuestros pies pisan, cuya fiel y minuciosa representación es el objeto de los levantamientos topográficos, sino la superficie potencial, llamada geoide, prolongación ideal del nivel medio de los mares a través de los continentes e islas». La relación ente dicha superficie y la dirección de la gravedad o vertical física, la fijó sin ambigüedad: « Una superficie de nivel es la que es normal en cada uno de sus puntos a la vertical que pasa por él; y de las que corresponden al campo gravífico terrestre, la más característica e importante es la del nivel medio del mar, que, como acabamos de indicar, se llama geoide y también figura matemática de la Tierra. Las observaciones geodésicas efectuadas en estos últimos años, muestran que el geoide y las superficies de nivel próximas a él discrepan muy poco en su forma de un elipsoide de

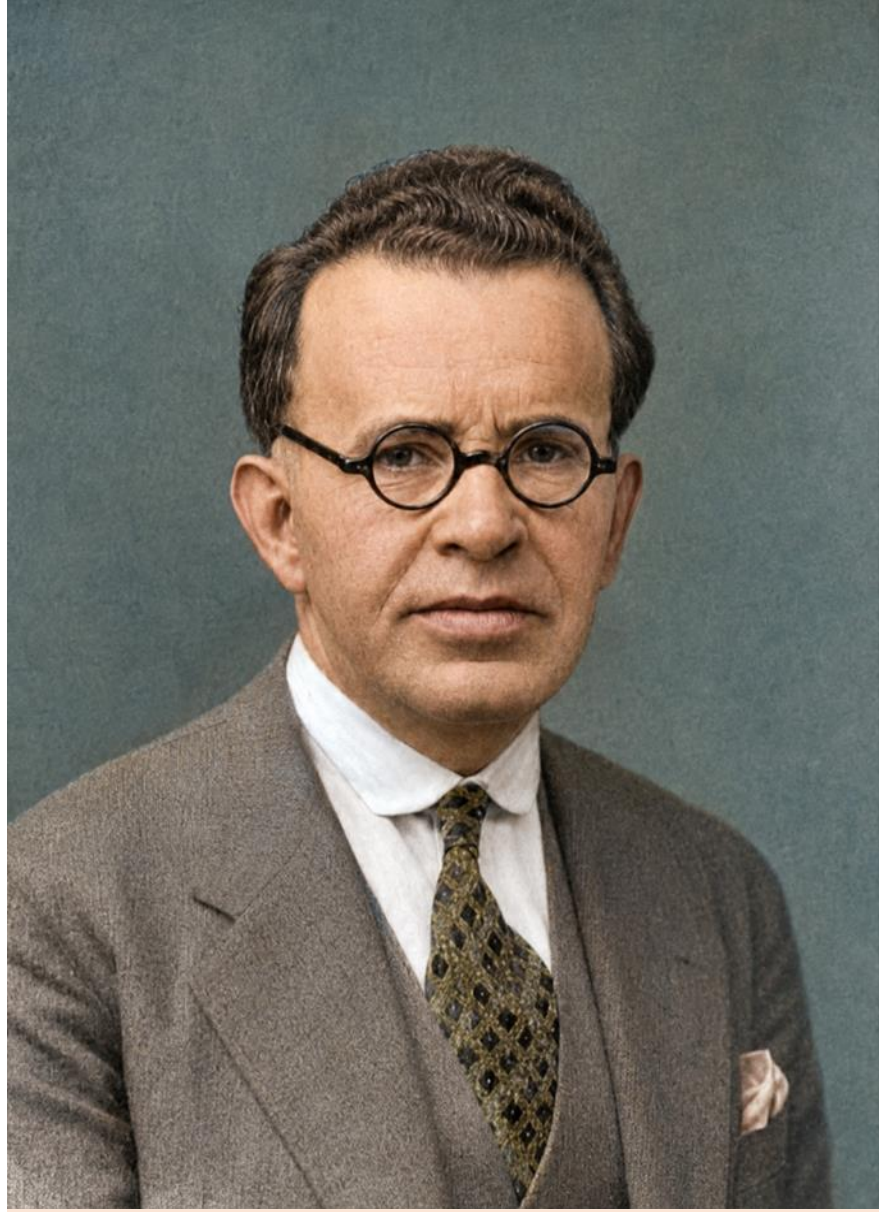


revolución aplanado, cuyo eje coincide con el de rotación de nuestro Planeta». Inglada citó también los primeros intentos de obtener una representación del geoide a través de sus ondulaciones, protagonizados por los geodestas de Alemania y de Estados Unidos, principalmente: « para lo cual se determinan las distancias entre cada uno de los puntos del elipsoide de referencia y los correspondientes del geoide, y se acude al trazado de las curvas de igual distancia, de modo análogo al de la representación ordinaria del relieve del suelo por el trazado de las curvas de nivel». Poco más adelante recurrió de nuevo a Buchwaldt, para indicar que reformó el concepto tradicional de Geodesia, al dividirla en Geodesia estática y dinámica: «La Geodesia estática de Buchwaldt estudiaría el estado medio de la forma de la Tierra y de su estructura interna, despreciando las modificaciones que ambas experimentan en el transcurso del tiempo, mientras que la Geodesia dinámica se ocuparía en las variaciones más o menos periódicas, que experimenta nuestro Globo. Estas variaciones son tan pequeñas, que no se manifiestan en las medidas efectuadas por la Geodesia estática. Hasta ahora nada se ha hecho sistemáticamente en el campo de esta Geodesia dinámica, la cual, por el estudio de la variación en el tiempo de la dirección e intensidad de la gravedad y especialmente por el de la variación de la latitud en cada

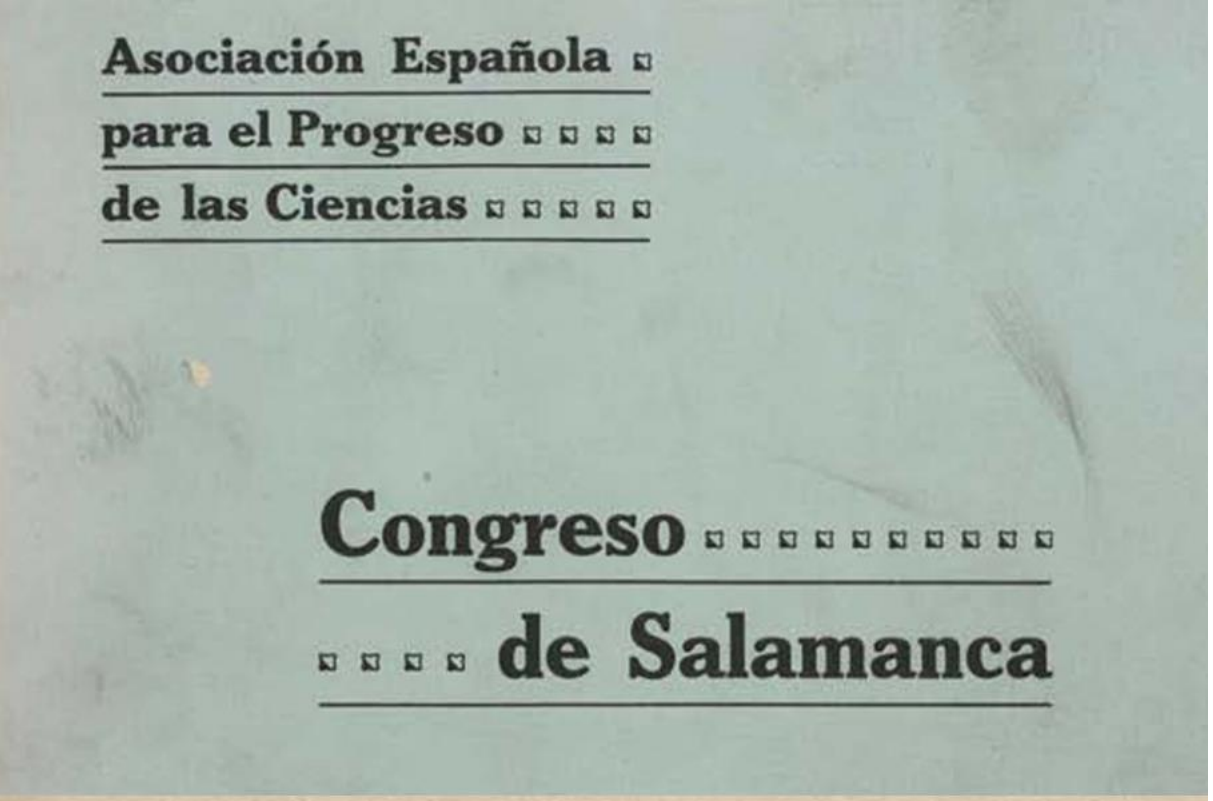


El primer modelo geoide global derivado exclusivamente de datos gravimétricos. Fue formado en 1952 por el astrónomo y geodesta ruso Ivan Danilovich Zhongolovich (1892-1981)

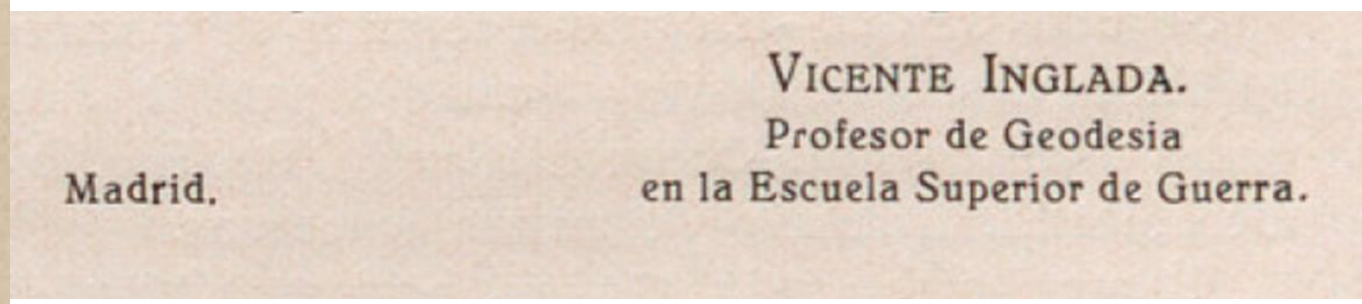
punto, tiende a alcanzar su objeto y a ofrecer contribuciones al estudio del cambio incesante de nuestro Planeta». Inglada se lamentó después de que la Geodesia estática apenas se había preocupado hasta entonces de investigar acerca de la distribución de las masas internas de la Tierra; cuando su conocimiento es indispensable para el progreso de la misma añadiendo que «la Sismología instrumental ofrece medios de realizarlo por los datos que dan las observaciones sísmicas acerca de la velocidad de propagación de las ondas elásticas por la masa del Globo». Para llevar a la práctica las brillantes ideas propuestas por el geodesta danés, defendió este la necesidad de este proceder: « a) Estudiar la posibilidad de elaborar una hipótesis para las investigaciones de la Geodesia estática, de acuerdo con la interpretación de Wegener acerca de la ley de la isostasia; b) Presentar un proyecto de programa mundial para las investigaciones de la Geodesia estática a base de esta hipótesis; c) Examinar la posibilidad de obtener por la Geodesia dinámica y por otros campos de investigación un alcance más profundo de los resultados de la Geodesia estática». Inglada añadió a pie de página una interesante nota ese respecto, la cual dijo mucho en su favor, en tanto que valoró muy positivamente el proceder del astrónomo y catedrático Honorato de Castro y Bonel, el cual enseñaba como él, la misma materia, pero en la esfera civil: «Nos place manifestar que en nuestro país ha encontrado eco la importante iniciativa del capitán Buchwaldt, pues en el noveno *Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*,



Honorato de Castro y Bonel (1885-1962). Director General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística entre 1931 y 1933, es decir durante los primeros años de la Segunda República. Fue uno de los siete miembros de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, represaliado durante la guerra civil y la dictadura, aunque fuese rehabilitado como Académico en diciembre de 2018.



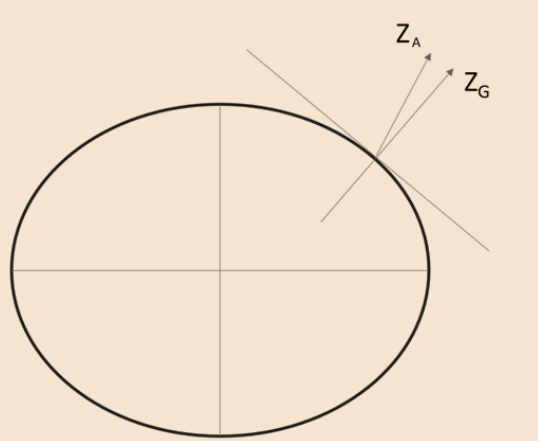
celebrado en Salamanca en junio de 1923, el distinguido catedrático de la Universidad Central don Honorato de Castro, en el discurso inaugural de la Sección segunda (Astronomía y Física del Globo) titulado *Orientaciones modernas de Geodesia estática*, expone las concepciones de Buchwaldt y promete en un trabajo, próximo a publicarse, tratar de *la manera cómo deben desarrollarse los cálculos para llegar a determinar las circunstancias todas de la capa o corteza exterior terrestre, así como de las reducciones topográficas e isostáticas*. Ya se comprenderá, por lo sugestivo del tema, cuán interesante ha de ser este trabajo del señor Castro, y lo que significa que en nuestro país se estudien las investigaciones de la novísima Geodesia estática».



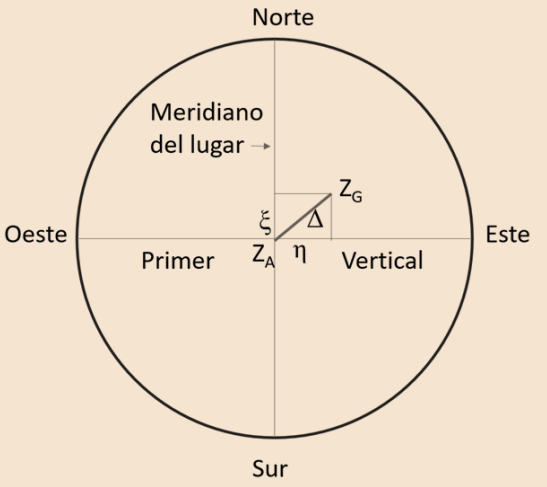
La segunda fuente documental es un pormenorizado estudio del elipsoide terrestre, realizado por Inglada y publicado en dos números de la revista IBÉRICA, a saber:

Vol. XXIII. Nº 565 (14 septiembre 1925)* y Vol. XXIII. Nº 568 (7 marzo 1925); realmente, esta aportación geodésica puede considerarse continuación de la precedente. En ella se comienza recordando que la denominación de elipsoide terrestre fue acuñada por Helmert y que su determinación obliga a fijar los valores de dos de sus parámetros más característicos, el semieje mayor, a, y el aplastamiento polar, $\alpha = (a - b)/a$; siendo b el semieje menor. A continuación, expuso el método tradicional de la medida de arcos de meridiano en latitudes diferentes, dos operaciones en las que se apoyaba el cálculo de las constantes elipsoidales anteriores. No obstante, añadió inmediatamente después que «La Geodesia moderna apenas usa estos procedimientos de medida de arcos de meridiano, que han sido substituidos por otros más precisos y cómodos. Para ello se basa en las desviaciones de la vertical y en las medidas de intensidad de la gravedad. En cada punto de la superficie terrestre hemos de considerar la vertical astronómica, dirección de la gravedad, y la normal al elipsoide de referencia, vertical geodésica. El ángulo de estas dos rectas es la desviación de la vertical, cuya proyección sobre los dos planos fundamentales nos da sus dos componentes: meridiana y en el primer vertical». Se estaba refiriendo

El elipsoide terrestre y la desviación de la vertical



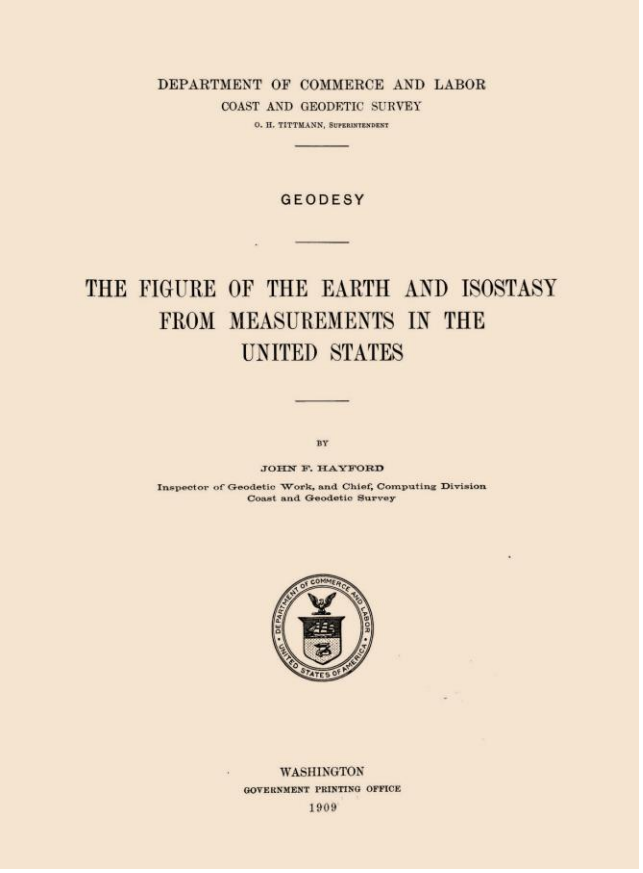
Proyección ortográfica de la esfera celeste sobre el plano del horizonte



La vertical física, o línea de la plomada, corta a la esfera celeste en el cenit astronómico (Z_A), en cambio, la normal al elipsoide la corta en el cenit geodésico (Z_G). El valor de la desviación de la vertical es la amplitud angular del arco $Z_A Z_G$. Sus componentes sobre el meridiano y el primer vertical son respectivamente: ξ y η.

Inglada al llamado método de las áreas, esencialmente gravimétrico, con el que se logró

*En ese mismo número figura la reseña de sendas distinciones concedidas a los Ingenieros Geógrafos José María Torroja Miret (1884-1954) y Vicente Inglada Ors. « ***Distinciones a don José Mª. Torroja y a don Vicente Inglada Ors***. —Al ingeniero de caminos e ingeniero geógrafo, académico de número de la de ciencias de Madrid y distinguido colaborador de esta Revista, don José M.® Torroja, le han concedido la encomienda de número de la Orden de Alfonso XIL Es una distinción que muy merecida tiene nuestro eminente colaborador, pues a él principalmente se debe la introducción en España de la Fotogrametría, y la organización de todo lo referente a tales trabajos como jefe del Servicio fotogramétrico del Instituto Geográfico. A él también se debe la difusión de estos estudios en nuestra Patria por medio de sus conferencias y artículos, publicados en revistas nacionales, entre ellas Ibérica , y extranjeras. A otro meritísimo colaborador de esta Revista, el teniente coronel de Estado Mayor, profesor de Geodesia de la Escuela Superior de Guerra, ingeniero geógrafo, y ex-jefe de la estación sismológica de Toledo, don Vicente Inglada Ors, le han nombrado Caballero de la Orden Civil de Alfonso XII, por la serie de obras matemáticas y sismológicas de que es autor…La Revista Ibérica se congratula de estas distinciones otorgadas a dos de los más eminentes colaboradores que la honran con sus valiosos trabajos.



DEPARTMENT OF COMMERCE AND LABOR
COAST AND GEODETIC SURVEY
O. H. TITTMANN, SUPERINTENDENT

GEODESY

THE FIGURE OF THE EARTH AND ISOSTASY FROM MEASUREMENTS IN THE UNITED STATES

BY

JOHN F. HAYFORD
Inspector of Geodetic Work, and Chief, Computing Division
Coast and Geodetic Survey

WASHINGTON
GOVERNMENT PRINTING OFFICE
1909

ajustar mejor el valor del aplastamiento y fijar la profundidad de la superficie de compensación isostática. Así resumió el nuevo procedimiento: « Si ahora se dispone de un gran número de estas desviaciones de la vertical, correspondientes a una cierta región del Globo, el cálculo geodésico podrá aplicar el método de los mínimos cuadrados a la resolución del siguiente problema: determinar en esa región, o en todo el Globo, cuál es el valor más probable, tanto de la profundidad de compensación isostática, como del radio ecuatorial y aplanamiento terrestre. Y el lector comprenderá perfectamente que este elipsoide terrestre más probable, será aquél para el cual se verifique la condición de que la suma de los cuadrados de los valores residuales de las componentes de la desviación de la vertical sea un mínimo». Uno de los primeros en aplicarlo en un territorio de extensión considerable, fue precisamente J. F. Hayford; publicando sus resultados, el *Coast and Geodetic Survey*, en Washington: I) *Figure of the Earth and Isostasy from measurements in the United States* (1909), y II) *Suplementary investigation in 1909 of the Figure of the Earth and Isostasy* (1910). Para

Para hacerse una idea de la cantidad de información que se manejó, basta indicar que, en la primera de las Memorias, se procesaron los datos relativos a 507 observaciones astronómicas: 265 para determinar la latitud, 79 para la longitud y 163 para la obtención de los acimutes. Naturalmente, todas esas estaciones estaban ligadas a través de las redes geodésicas correspondientes. En cuanto a la segunda, incorporó 381 observaciones de latitud, 131 de longitud y 253 de acimut. Gracias a tales trabajos y tras un ímprobo y laborioso esfuerzo, Hayford hizo públicos los siguientes valores: Radio ecuatorial = 6378388 m ± 18 m, Inverso del aplastamiento = 297.0 ± 0.5, Radio polar = 6356909 m. Inglada resumió después , como conocido el valor del semieje mayor del elipsoide, las determinaciones de la intensidad de la gravedad permitían obtener, con poca incertidumbre, el valor del

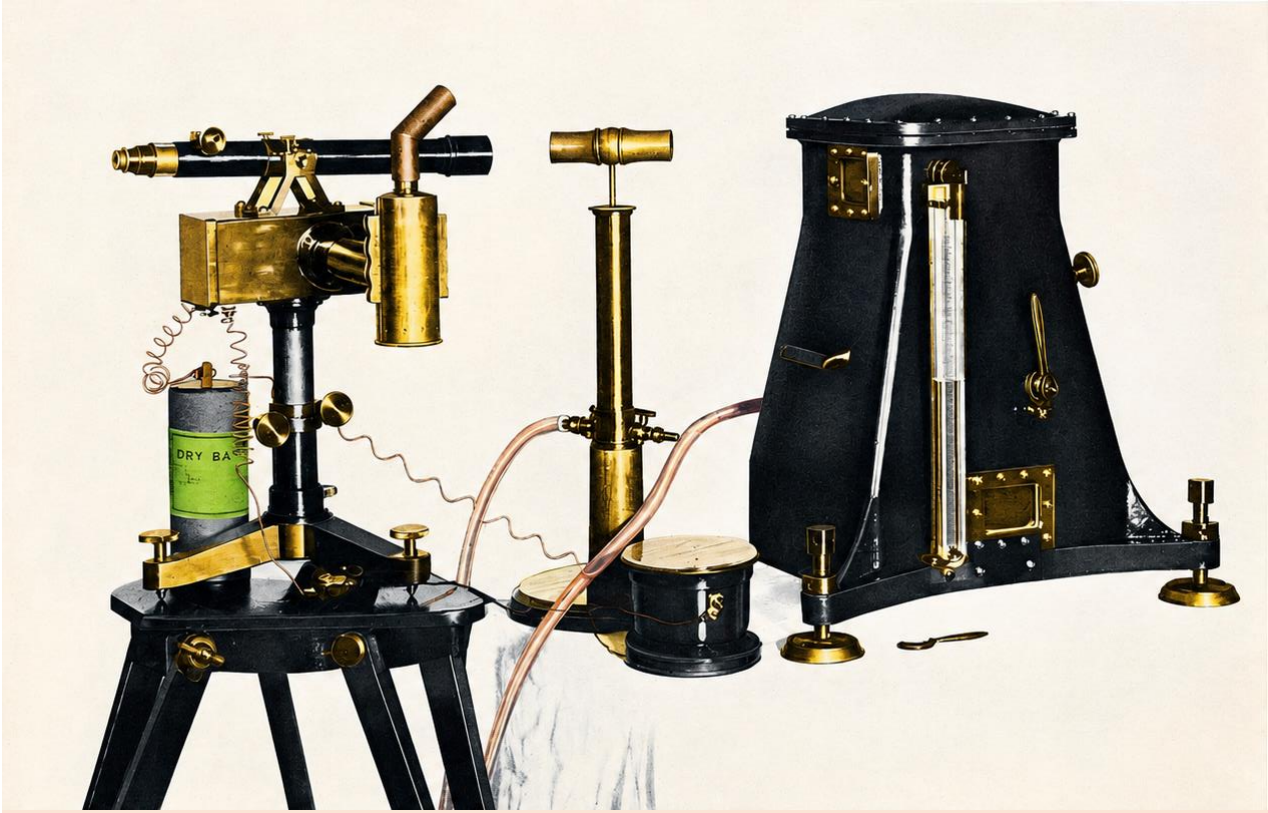
FIG. 10.—MAP SHOWING LOCATION OF GRAVITY STATIONS IN THE UNITED STATES AND CANADA USED IN THIS INVESTIGATION.

Mapa mostrando las estaciones en que se midió la gravedad, en los estados Unidos y Canadá, al amparo del proyecto: *Investigations of Gravity and Isostasy*. W. Bowie (1917)

FIG. 12.—LINES OF EQUAL ANOMALY IN THE UNITED STATES FOR THE HAYFORD 1916 METHOD OF REDUCTION (DEPTH OF COMPENSATION, 60 KILOMETERS).

Curvas isoanómalas en los Estados Unidos, obtenidas de acuerdo con el método de reducción de Hayford (1916); se supuso que la profundidad de compensación era de 60 km.

aplastamiento. Partía para ello de la fórmula $g = g_a (1 + \beta \operatorname{sen}^2\varphi - \beta' \operatorname{sen}^2 2\varphi)$, donde g_a es el valor de la gravedad en el ecuador y $\beta' \approx 0.000007$; suponiendo que se había medido la intensidad de la gravedad en gran número de puntos de latitud conocida, podría obtenerse el aplastamiento α, por aproximaciones sucesivas, a partir de las fórmulas siguientes: $\delta = (7\alpha^2 - 4\alpha\beta + \beta')/ 3$, $\alpha = 5\gamma/2 - \beta - \alpha (\alpha + \gamma/2) + 2\delta/\gamma$; siendo $\gamma = \omega^2_a / g_a$ y ω la velocidad de rotación terrestre. Inglada señaló después que, usando la fórmula, deducida por Helmert, $g = 978.052 (1 + 0.005285 \operatorname{sen}^2\varphi - 0.000007 \operatorname{sen}^2 2\varphi)$ cm/s^2, y adoptando para el semieje ecuatorial el valor $a = 6378388$ m , se podría calcular el aplastamiento $\alpha \approx 1/296.7$; prácticamente coincidente con el obtenido por Hayford. La primera parte de este artículo, la finalizó Inglada de forma magistral: «Realmente, a primera vista parece paradójico que un instrumento como el péndulo, ideado para medir el tiempo, permita tan interesante aplicación. La paradoja se desvanece, si se tiene en cuenta que en realidad el geodesta mide en este caso también una longitud: la del péndulo que bate segundos. Y un aparato tan sencillo como el péndulo, que puede en esencia reducirse a un hilo rígido, en cuyo extremo se pone un punto material, es el aparato por excelencia para abordar los problemas de la Geodesia superior: el de la figura de la Tierra y el de su estructura interna, ya que los datos que la Sismología nos ofrece acerca de la propagación de las ondas sísmicas por la masa del Globo, se basan sólo en observaciones que un péndulo ha registrado automáticamente». La segunda parte la inició Inglada recordando las



Equipo pendular usado en las observaciones gravimétricas de los Estados Unidos. *Investigations of Gravity and Isostasy*. W. Bowie (1917)

Distintivo del profesorado de la Escuela Superior de Guerra

condiciones impuestas por Helmert a elipsoide terrestre: «tener el mismo volumen y eje de rotación que el geoide; coincidir su centro geométrico con el de gravedad de la Tierra y, por último, ser mínima la suma de los cuadrados de las distancias entre cada uno de los puntos de la superficie del geoide y el correspondiente del elipsoide». Después mencionó que el aplastamiento elipsoidal también podía obtenerse por procedimientos astronómicos, solos o combinados con geodésicos, dando como ejemplo los valores de 1/297 y 1/295 ± 0.20, fijados respectivamente por H. Poincaré y el holandés Willem de Sitter (1872-1934), a partir de la teoría de la precesión. No obstante, apuntó también que los elipsoides más aceptados a esas alturas de siglo, seguían siendo los de Bessel (1841) y Clarke (1880); aunque de acuerdo con las recientes

PARÁMETROS DEL ELIPSOIDE TERRESTRE			
Autor	Semieje mayor (m)	Semieje menor (m)	Aplastamiento
BESSEL	6377397.15	6356078.96	1/299.1528
CLARKE	6378249.2	6356515.0	1/293.466

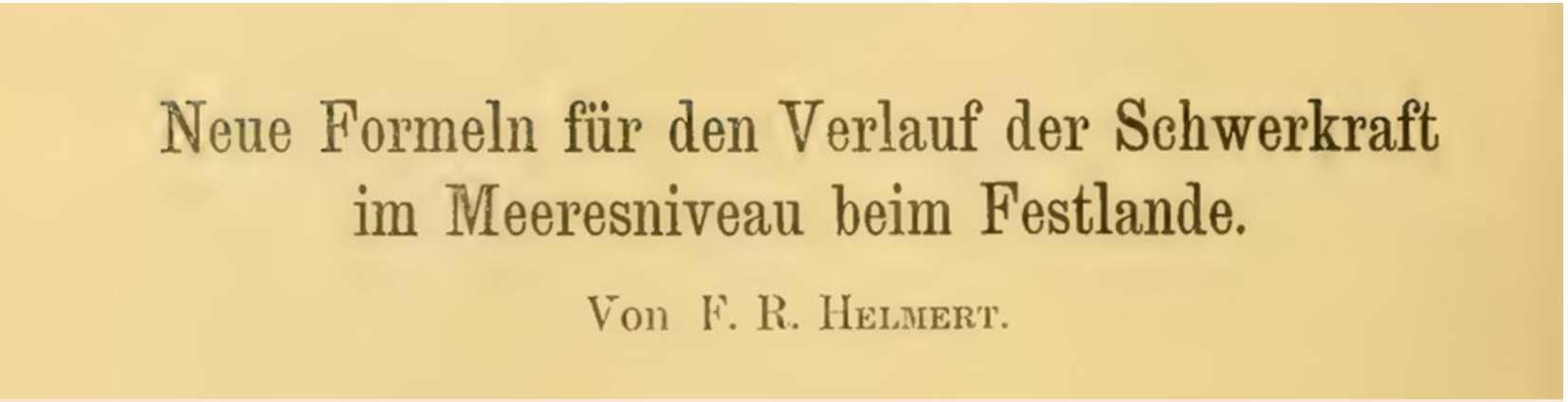
investigaciones de Helmert (1915), el semieje mayor de Bessel resultaba demasiado pequeño y el aplastamiento de Clarke demasiado grande; Inglada añadió que el Instituto Geográfico había adoptado el elipsoide de Struve: con un radio ecuatorial de

6378298.3 m y un aplastamiento de 1/295.23.

Asambleístas e invitados visitando el Vaticano el 10 de mayo de 1922

Lo más relevante de esta segunda parte fue su exposición sobre como se gestó la idea del elipsoide de referencia internacional, revelando Inglada que fue la comisión geodésica suiza quien la formuló en la primera Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica celebrada en Roma (1922). También recordó que el geodesta francés G. Perrier siempre se mostró partidario de adoptarlo, « para poner término a la verdadera confusión geodésica existente en Europa, a causa de la variedad de los elipsoides elegidos por los distintos servicios nacionales, como superficies de referencia para sus cálculos de redes geodésicas. La circunstancia de haberse decidido el enlace de las redes francesa y belga a lo largo de la frontera común, hacía patente dicha necesidad, pues las dos triangulaciones

están calculadas con elipsoides distintos: la belga con el de los ingenieros geógrafos (aplanamiento: 17308.65) y la francesa con el de Clarke (1880)». Dejando de lado, los pronunciamientos de otros países, recogidos por Inglada, merece atención especial el informe de la Sección de Geodesia del comité español, presidido por Felipe de la Rica y Calvo, actuando como secretario Manuel Domínguez; en él se llegó a una especie de compromiso entre los modelos de Hayford y Helmert: « En este informe, que fue muy apreciado por el comité ejecutivo de la sección internacional de Geodesia, el comité español no consideraba aún llegado el momento propicio de adoptar un elipsoide internacional de referencia, pero si en el Congreso de Madrid se declaraba necesario elegirlo, proponía el elipsoide de revolución cuyo radio ecuatorial fuera de 6378388 m. (obtenido por Hayford en 1909) y por aplanamiento 1:296.7, que según hemos explicado halló Helmert en su trabajo *Neue Formeln für den Verlauf der Schwerkraft im Meeresniveau beim Festlande* (1915)». La elección de los dos Ingenieros Geógrafos no fue arbitraria, tal como dejó dicho Inglada, en tanto que el valor del achatamiento se basó en unos trabajos más recientes y realizados en zonas de mayor superficie; en cuanto al del radio ecuatorial: « parece indicado admitir el de Hayford, ya que resulta, según sabemos, de un gran número de mediciones geodésicas hechas en tan extenso territorio». El resto es conocido, la adopción del modelo de Hayford fue aprobada por la Asamblea de la Unión Internacional de Geodésica y Geofísica celebrada en Madrid en 1924. Aunque sea obligado reproducir la siguiente puntualización de Inglada: «… se recomienda el elipsoide de Hayford, pero bien entendido que no se trata de imponerlo a las naciones, cuya triangulación geodésica esté muy adelantada, lo que obligarla a cambiar el que


Neue Formeln für den Verlauf der Schwerkraft
im Meeresniveau beim Festlande.

Von F. R. Helmert.

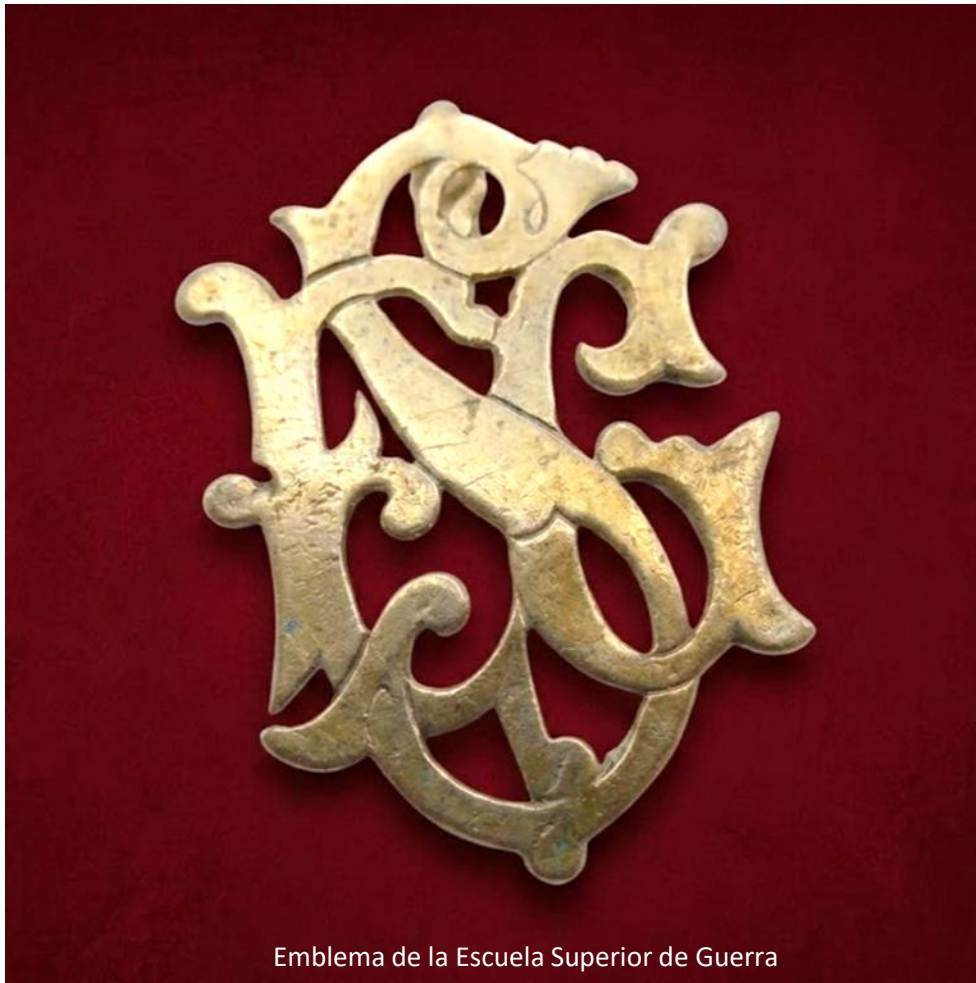
Nuevas fórmulas para la distribución de la gravedad, al nivel del mar, junto a las masas continentales.

hubieran adoptado y a rehacer todos los cálculos de la red. Claro está que las naciones que encontraran poco difícil este cálculo y decidieran, por sí, rehacerlo, coadyuvarían a la unificación de los trabajos geodésicos, pero es evidente que no puede obligárseles a ello y toda prescripción en este sentido seria ilusoria…La elección del elipsoide internacional hará que los trabajos geodésicos de los vastísimos territorios, en que aun no se han iniciado, se refieran a él, así como los de otros países que decidan rehacer sus cálculos, y de este modo se dará un gran paso hacia la unidad de sistema, que es base indispensable del buen éxito de una ciencia, como la Geodesia superior, que al aspirar a conocer la forma exterior de nuestro Globo necesita la activa y fraternal colaboración de todos los países».

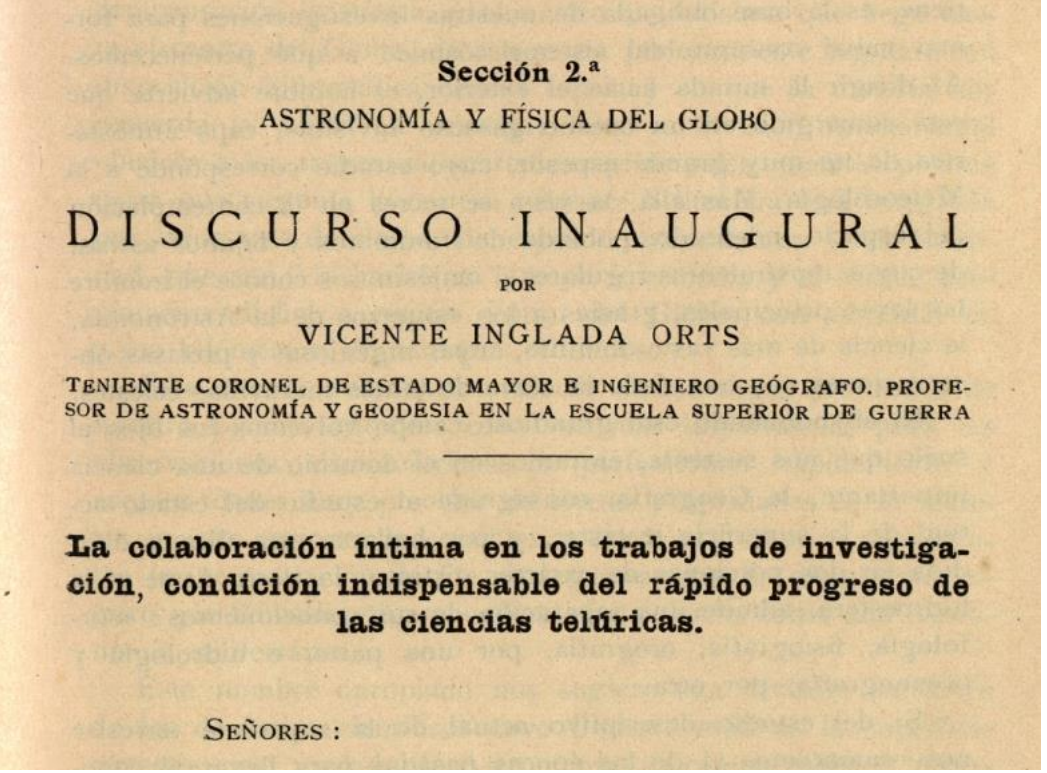
VICENTE INGLADA,
Prof. de Geodesia
en la Escuela Superior de Guerra

Madrid.

En el año ¡925 gozaba Inglada del prestigio necesario para que se le encargara el discurso inaugural de la Sección de Astronomía y Física del Globo, que formaba parte del X Congreso celebrado en la ciudad de Coímbra, del 14 al 19 de junio de 1925, organizado por la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. El título elegido por Inglada fue el siguiente: *la Colaboración íntima en los trabajos de investigación, condición indispensable del rápido progreso de las ciencias telúricas.* Ciñéndonos a la necesaria conexión entre Geodesia y Geofísica, es obligado reproducir algunas de las referencias hechas a ese respecto.



Emblema de la Escuela Superior de Guerra



Sección 2.ª

ASTRONOMÍA Y FÍSICA DEL GLOBO

DISCURSO INAUGURAL

POR

VICENTE INGLADA ORTS

TENIENTE CORONEL DE ESTADO MAYOR E INGENIERO GEÓGRAFO. PROFESOR DE ASTRONOMÍA Y GEODESIA EN LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

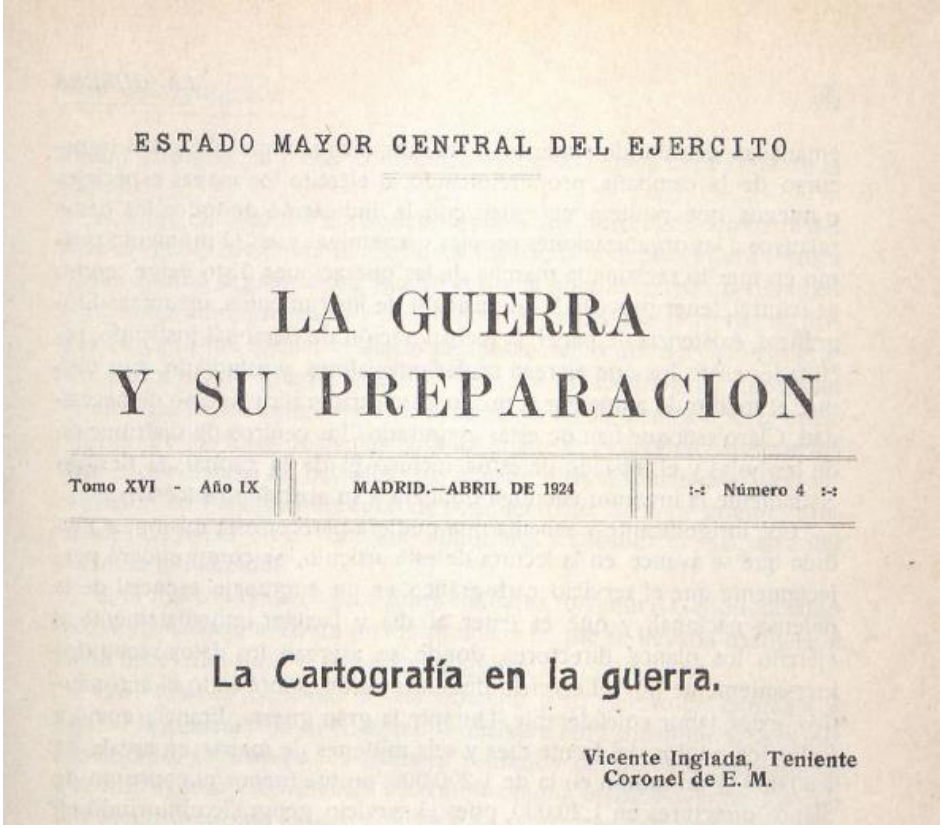
La colaboración íntima en los trabajos de investigación, condición indispensable del rápido progreso de las ciencias telúricas.

SEÑORES :

En primer lugar, se trae a colación una relativa al nivel medio del mar: « Aun en su problema fundamental de la figura de la Tierra, el teorema de Stokes, al aplicar las medidas de la gravedad a la determinación de la superficie del geoide, requiere, como es sabido, que el cuerpo que se considera esté limitado por una superficie de nivel. La de los mares cumple bastante bien con esta condición; pero la superficie física en la tierra firme, dista mucho de satisfacer a ella, y esto obliga, como es natural, a referir las medidas de la intensidad de la gravedad al nivel del mar, o sea a corregirlas del efecto debido a la acción atractiva de los estratos que están por encima del nivel del mar, y como las correcciones topográficas, debidas a la acción de estas masas visibles, no hacen desaparecer las anomalías gravíficas observadas realmente, ni las desviaciones de la vertical (en estas últimas se da el caso curioso de que las correcciones topográficas son bastante mayores que las desviaciones observadas), el geodesta se ve obligado, mal que le pese, a estudiar la acción de las masas profundas de la corteza terrestre, o sea, que necesita conocer la distribución de estas masas, las superficies de discontinuidad y el espesor de la capa isostática». El carácter interdisciplinario de ambas áreas de conocimiento lo resumió con claridad manifiesta, al exponer la razón de ser de la Geofísica: «En otras cuestiones los lazos de unión de la Geodesia y de la Geofísica son aún más Intimos. Para no tratar más que un caso citaremos el de los movimientos periódicos del suelo, debidos a la variable atraeción lunisolar, a la variación de carga de las mareas oceánicas o a las causas meteorológicas. Al estudiar estos interesantes fenómenos no se sabe en qué campo despliega su actividad el investigador. ¿Son trabajos puramente geodésicos, en cuanto se estudian desviaciones de la vertical, o sismológicos, puesto que se emplean en estas

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD COíMBRA

observaciones los mismos tipos de aparatos destinados al registro de los sismos lejanos? ¿Son trabajos puramente meteorológicos, ya que influyen en ellos las circunstancias atmosféricas, o bien oceanográficos, si se atribuyen a la acción de las mareas? ¿Cabe estudiar separadamente esos misteriosos fenómenos, desesperación del sismólogo (porque bien a menudo le ahogan en las gráficas el principio de los telesísmos), cuando sus causas son en muchos casos desconocidas, y hasta se ignora si su origen es astronómico, meteorológico o telúrico?...La importancia de los estudios geofísicos se va acentuando de tal modo que, no contenta de investigar los fenómenos físicos de nuestro planeta en un alto interés puro y teórico, la Geofísica ha desbordado este campo y ha entrado en el práctico y positivo de las aplicaciones, constituyendo la Geofísica técnica o aplicada».



ESTADO MAYOR CENTRAL DEL EJERCITO

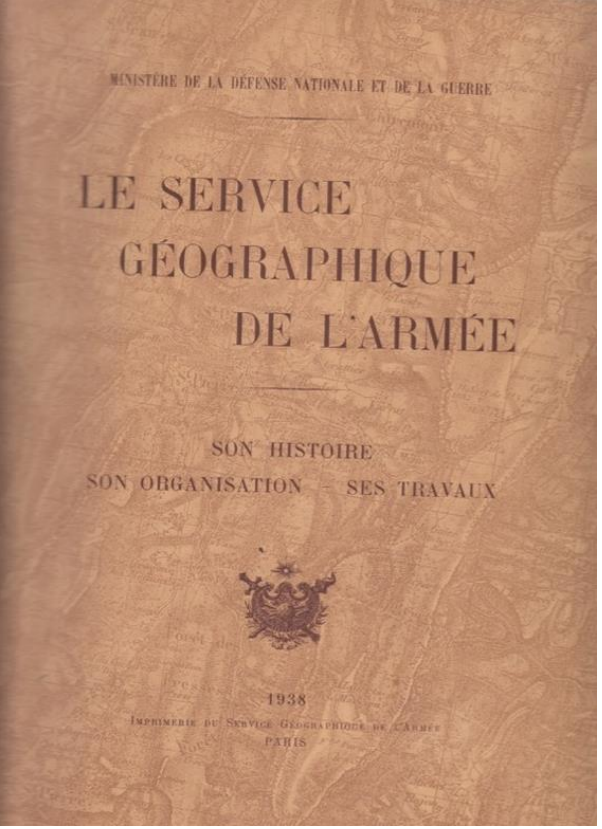
LA GUERRA
Y SU PREPARACION

Tomo XVI - Año IX | MADRID.—ABRIL DE 1924 | Número 4

La Cartografía en la guerra.

Vicente Inglada, Teniente Coronel de E. M.

Seguidamente, se dará cuenta de una aportación novedosa y singular de Inglada, referida a la cartografía militar, una materia con la que también estaría familiarizado en su condición de Teniente Coronel de Estado Mayor; se trata del artículo La cartografía en la guerra, publicado en la revista LA GUERRA Y SU PREPARACIÓN (Abril 1924). El propio autor reconoce que se limitó a hacer un relato sucinto de la actividad cartográfica del Servicio Geográfico del Ejército francés, durante la Primera Guerra Mundial. A propósito de la importancia de su labor, comentó Inglada que en ese tiempo «Francia envió a todos los puntos del frente diez y seis millones de mapas en escala de 1:80.000, y un millón en la de 1:200.000; no fue menor el consumo de planos directores en 1:20.000, pues el Servicio Geográfico imprimió en París, sólo en el año 1918, 4.460.000. Para formarse idea del inmenso material de



información recogido, y que hubo que estudiar y utilizar a diario, diremos que el Servicio aeronáutico facilitó sólo en la batalla que puso a las armas francesas en posesión de Mort-Homme y la cota 304, nada menos que 5.680 clichés fotográficos, en agosto y septiembre de 1917». No obstante, en el transcurso del conflicto, se constató la necesidad de contar con planos a escala grande, para solventar tamaña dificultad, se recurrió a los planos catastrales levantados a 1/10000 entre 1820 y 1850; « Los planos obtenidos de este modo, en escala de 1:20.000, no contenían, como es natural, los detalles planimétricos posteriores a la fecha en que se hicieron los trabajos de campo catastrales (líneas férreas, caminos, etc.). Hubo necesidad de completarlos utilizando en la zona propia los métodos ordinarios del levantamiento (determinación de puntos geodésicos o itinerarios), y en la enemiga se emplearon las fotografías aéreas, que permitieron trasladar al plano sus detalles, gracias a un ingenioso y sencillo aparato, de restitución a cámara clara». Inglada concluyó el artículo con estas palabras: « La Cartografía desempeñó, pues, papel esencial en la guerra. ¡Ojalá sepamos aprovechar tan profundas enseñanzas y la cartografía alcance en España el desarrollo que merece su importancia militar extraordinaria».

La sustitución de la Escuela Superior de Guerra por una nueva Escuela de Estudios Superiores Militares, hizo que Inglada cesara como supernumerario y se reincorporase al Instituto Geográfico y Catastral, siendo nombrado Secretario Técnico del mismo. El día 7 de marzo del mismo año 1928, fue elegido miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, integrándose en la Sección de Ciencias Físicas y Químicas. Su discurso de ingreso versó sobre la Trascendencia del Fenómeno Sísmico, el cual fue leído el día 6 de febrero de 1929 y contestado por el ilustre Ingeniero de Minas José María de Madariaga y Casado. El discurso de Inglada fue una

Excelentisimo Señor Don Vicente Inglada Ors

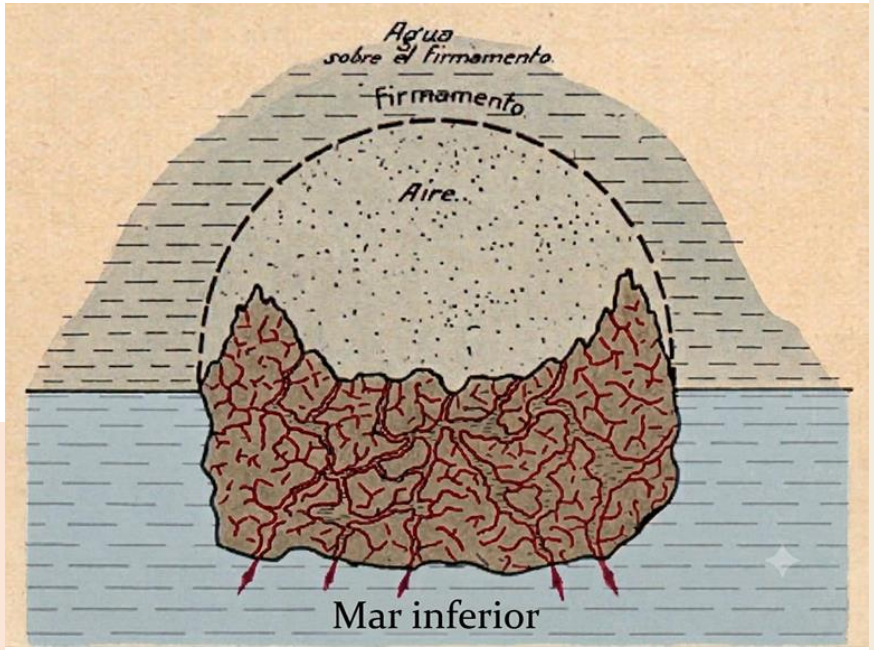
Nació en Alicante, el 9 de enero de 1879.
Electo el 7 de marzo de 1928.
Tomó posesión el 16 de febrero de 1929.
Falleció en Madrid el 9 de enero de 1949.
Discurso de recepción : "Trascendencia cientifica del fenómeno sismico"
Medalla número 28

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES DE ESPAÑA

CURRÍCULUM BREVE

Teniente coronel del Cuerpo de Estado Mayor del Ejército e Ingeniero Jefe del Cuerpo de Geografos. Profesor de la Escuela Superior de Guerra. Director de la Estación Central Sismológica de Toledo. Vocal del Comité Nacional de Goodesia y Geofisica. Delegado de España en la Comisión Internacional para el estudio de los microsismos. Miembro de la Real Sociedad Geográfica y de la de Historia Natural, y de las Sociedades Matemática Hispano-Americana. Española de Estudios Fotogramáticos. Aeroártica de Berlín y Sismológica Italiana. Corresponsal de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, de la Academia de Ciencias. Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba y de la Sociedad Geográfica de Lima. Académico de la lengua Internacional Esperanto y Vicepresidente de la Asociación clentifica esperantista internacional. Vocal del Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. Caballero de la Orden del Mérito Militar y de la Real y Distinguidad Orden de Carlos III. Comendador de número de la Orden Civil de Alfonso XII. Autor de varios trabajos de Investigación sobre geodesia y geofisica, informados favorablemente, y cuatro de ellos premiados, por esta Academia.

lección insuperable de Sismología, merecedor de un estudio específico, improcedente en este contexto más geodésico que geofísico. Tan solo se reproducirán, en esta ocasión algunos de sus comentarios, por su resonancia histórica, que sorprendentemente permanecen anclados en el acervo cultural. Recordaba Inglada, que Tales de Mileto creía que el movimiento del terremoto daba al terreno la apariencia de las aguas del mar, «por lo cual se admitía que la Tierra era una corteza que flotaba en las aguas oceánicas…Esta idea tan antigua renace, con ciertas variaciones, en los tiempos actuales, pues gran número de geólogos cree que la corteza terrestre flota en un magma que le sirve de soporte, y si algunos geofísicos no admiten que éste sea líquido, lo suponen dotado de cierta plasticidad que le hace ceder al peso de los bloques corticales». El papel preponderante asignado al agua por Tales de Mileto, fue atribuido por otros filósofos, como Aristóteles, al aire, que « circulando por las cavidades y



Hipótesis del agua según Tales de Mileto. Me he permitido la licencia de ilustrar el comentario de Inglada con una reproducción de la imagen usada por su discípulo Alfonso Rey Pastor en el artículo las *Teorías Sismogénicas a través de la historia* (IBÉRICA. Vol. XXI. Nº 523. 12 abril 1924).

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

DISCURSO

LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN

POR EL ILUSTRÍSIMO SEÑOR

D. VICENTE INGLADA ORS

Y

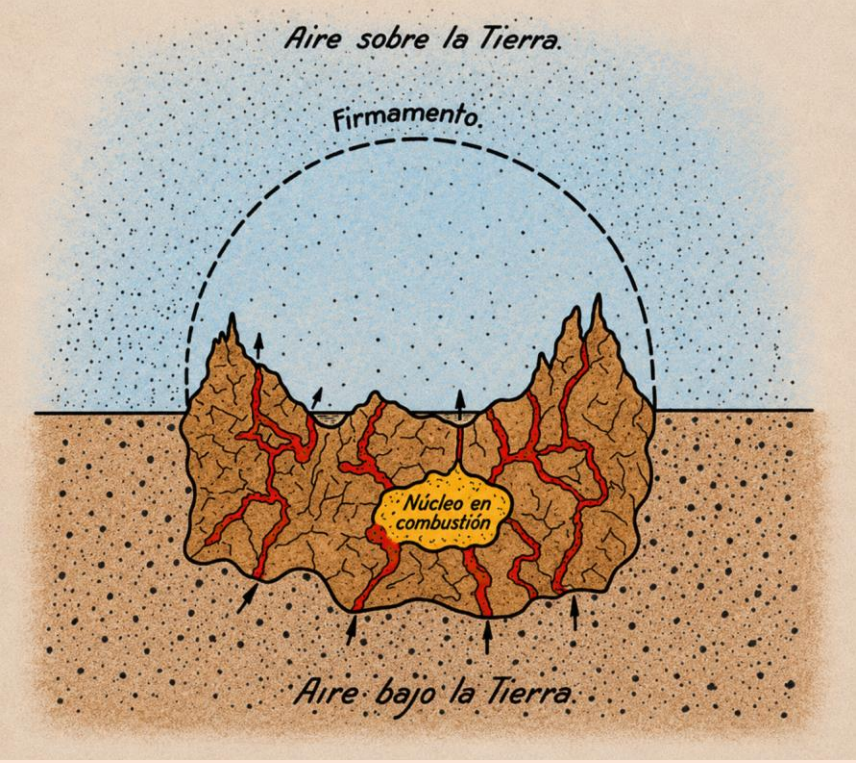
CONTESTACIÓN

DEL EXCELENTÍSIMO SEÑOR

D. JOSÉ MARÍA DE MADARIAGA

EL DÍA 6 DE FEBRERO DE 1929

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL
MADRID 1929



Hipótesis del aire, según Aristóteles. Alfonso Rey Pastor: *Teorías Sismogénicas a través de la historia.* (*IBÉRICA.* Vol. XXI. Nº 523. 12 abril 1924).

y conductos de las capas terrestres tiende a llevarle en busca de salida; para lograrlo golpea las paredes subterráneas y produce las sacudidas sísmicas». Curiosamente, en ámbitos donde predomina la falta de información científica, las ideas aristotélicas siguen difundiéndose veinticinco siglos después; si bien Inglada fue del todo claro: « el juicio que el público culto formará de los progresos de la Sismología no será muy optimista. Esta conclusión por amarga que parezca solo muestra que el hombre ha tardado muchos siglos en encontrar el verdadero camino de la investigación sísmica, pero no es menos cierto que, una vez descubierto, los progresos de la Sismología en estos últimos cuarenta años han sido tan rápidos y brillantes, que ninguna otra ciencia puede compararse con ella». Mucho más adelante homenajeó Inglada al británico John Milne, considerándolo el padre de la Sismología moderna y atribuirle la frase: « Es posible que llegue un día en que todo sismo de importancia sea registrado por medio de instrumentos apropiadas, establecidos en cualquier punto del Globo». El resto del discurso es muestra palpable del reconocido ascendiente de que gozaba Inglada, en la comunidad sismológica internacional, pues de cualquier cuestión poseía un incuestionable conocimiento. Al final del mismo, también se hizo evidente su calidad humana, al reconocer las contribuciones, y mencionar por su nombre, a sus colaboradores más cercanos: Alfonso Rey Pastor, por su estudio de la sismicidad y a José García Siñeriz, por sus trabajos de prospección geofísica, realizando «Ya estudios y ensayos prácticos de gran valor científico y de manifiesta utilidad para la explotación minera».

Con el inicio de la sublevación militar de 1936, fue ignominiosamente cesado, sin derecho a remuneración alguna,

por el gobierno republicano. Por temor a otras represalias se refugio en su domicilio familiar y recabó el amparo de sus numerosos contactos internacionales, tanto los de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, como los de la Asociación Mundial de Esperanto*; es muy probable que, gracias a su intermediación, pasara la guerra en Madrid con los sobresaltos propios de los bombardeos, pero sin ser molestado por su condición de ingeniero y militar. Finalizada la contienda sufrió la estúpida Comisión de Depuración, aunque la superó de inmediato (no es descartable que influyeran decisivamente los informes de sus dos colaboradores: José García Siñeriz, entusiasta del nuevo régimen, y Alfonso Rey Pastor, el cual ya era Coronel de Estado Mayor, y había luchado en el bando rebelde). Recobrada su condición de Ingeniero Geógrafo en activo, fue nombrado Jefe del Servicio Sismológico Español en el Instituto Geográfico. En el año 1941, siendo J. García Siñeriz Vicepresidente segundo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, nombró a Vicente Inglada vicedirector del Instituto Nacional de Geofísica y de la Revista de Geofísica y de la Revista de Geofísica, editada por dicho centro. En esa nueva etapa desarrolló una gran labor, debiendo subrayar sus conferencias sobre Propagación de ondas sísmicas (abril y mayo de 1942), así como los muchos artículos publicados en tal revista.

Vicente Inglada Ors, flanqueado por sus dos discípulos: Alfonso Rey Pastor (i) y José García Siñeriz (d)

*Inglada fue miembro destacado de la Sociedad Española para la propaganda del Esperanto (*Hispana Societo por Propagando de Esperanto*). Junto a Leonardo Torres Quevedo y Emilio Herrera Linares, fueron los tres representantes del Estado Español en la Conferencia Internacional para el empleo del Esperanto en las Ciencias (1925).

VICENTE INGLADA ORS

STABA KAPITANO, INGENIEROA RAJ AKADEMIAÑO

Atzean: Eskuzla Sienlologia de Toledo (ESPAGNE)

Vicente Inglada Ors, luciendo la medalla de la Asociación de Ingenieros Geógrafos, en una tarjeta esperantista cedida por su sobrina Luisa Inglada Cuesta.

TRI ĈAPITROJ

EL LA HISPANA VERKO DE

MIĤAELO DE CERVANTES SAAVEDRA

LA SPRITA JONKRO

DON KIĤOTO DE MANĈUJO

Esperantigitaj de

CARLO BOURLET ‖ VICENTE INGLADA

KAJ

GEO C. LAW

Honoraj membroj de la
Grupo Esperantista de Murcio (Hispanujo)

Tradukoj rekompencitaj de
tia ĉi Grupo en la konkurso literatura okasiuta en
rememoro pri la tria centjaro post publikigo
de la senmorta ĉefverko Cervantes'a

Eldono de la Grupo Esperantista Murcio

Prezo: 50 centimoj

1905

TIPOGRAFÍA MODERNA—AVELLANAS, 11

VALENCIA

San Isidoro de Sevilla (ca. 560-636)

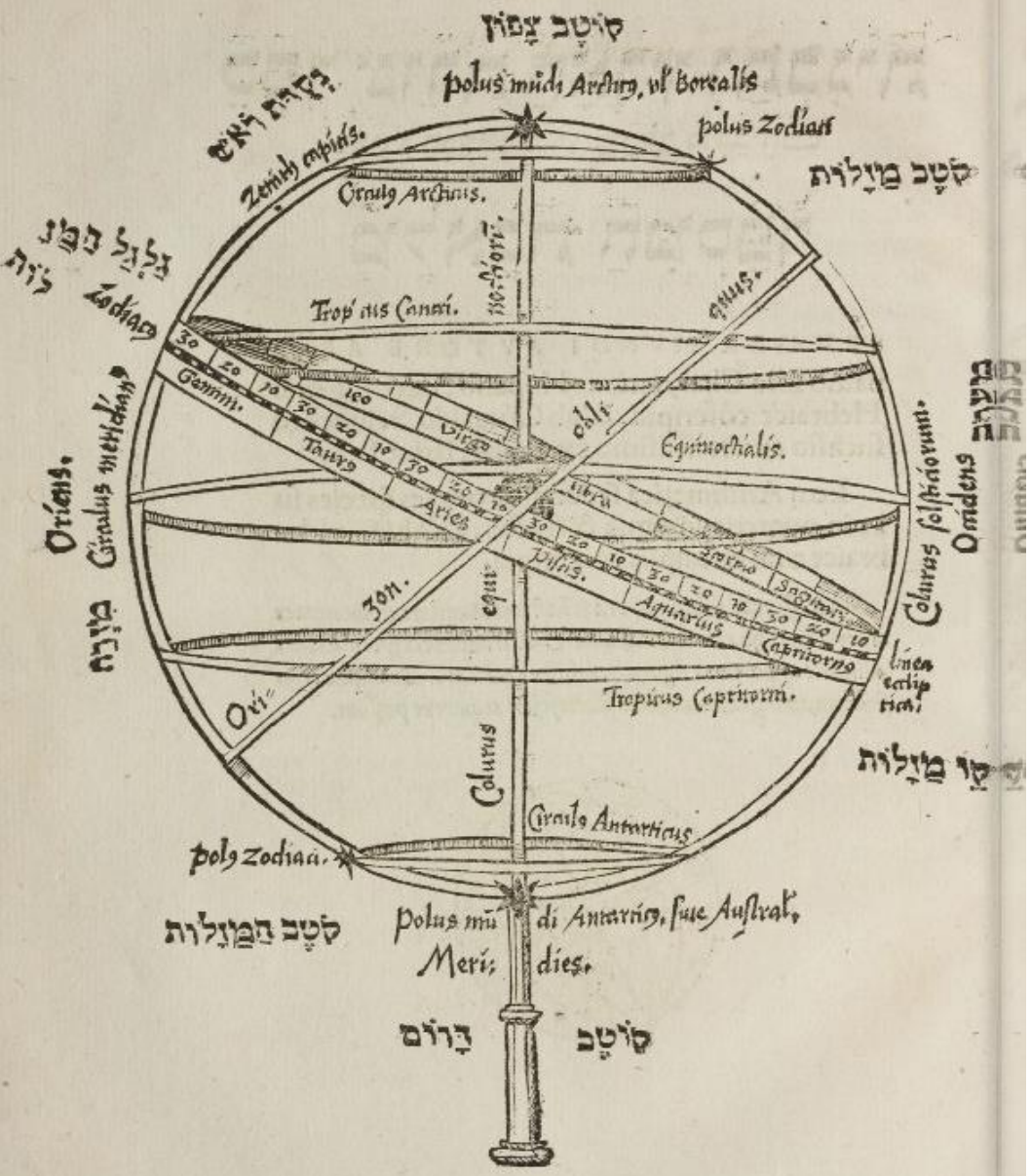
El obispo de Sevilla fue el autor de la primera obra enciclopédica escrita en el occidente cristiano, en torno al año 615: sus celebradas Etimologías (*Etymologiae* u *Originum sive Etimologiarum libri XX*), un trabajo capital de San Isidoro y de la España goda, en donde se resumió la cultura clásica, que le dio fama durante toda la Edad Media, llegando a reimprimirse en repetidas ocasiones durante el Renacimiento. De sus veinte libros solo se comentarán aquí con brevedad los números XIII (*De Mundo et partibus*) y XIV (*De Terra et partibus*). En el inicio del primero de ellos dividió al mundo del modo siguiente:

« …3. Cuatro son las zonas o regiones del mundo: oriente, occidente, septentrión y mediodía. 4. El oriente es así denominado por ser por donde nace el Sol. El occidente, porque hace morir (*occidere*) al día y pone fin a su existencia, pues esconde al mundo su luz y extiende sobre él las tinieblas. 5. Se denomina septentrión al eje formado por las siete estrellas que giran en torno a él…6. El mediodía debe su nombre a que en él el Sol divide el día en su mitad —sería entonces como *medidies*—, o a que entonces la atmósfera brilla con mayor

nitidez: *merum* justamente significa puro. 7. Dos son las puertas del cielo: el oriente y el ocaso; por una de ellas aparece el Sol, por la otra se retira. 8. Los polos del mundo son dos, septentrión y mediodía, pues en ellos gira el cielo».

Al referirse a este en el capítulo cuarto, lo describió poéticamente: «1. El cielo (*caelum*) se denomina así porque es como un vaso cincelado (*caelatum)* en el que, como adornos, están impresos los brillos de las estrellas, pues se dice que un vaso está cincelado cuando resplandece con labores primorosas. Distinguió Dios al cielo y lo llenó de radiantes luces, como son el Sol y el disco refulgente de la luna; adornólo además con los luminosos signos de los resplandecientes astros».
En el capítulo siguiente, referido a las partes del cielo, se describe su apariencia, señalando en el segundo punto: «2. Denominamos así a la «esfera del cielo» porque tiene forma redonda...Los filósofos dicen que el cielo tiene apariencia de una esfera y es convexo en todos sus puntos, igual en todas sus partes y que encierra a la Tierra como una mole equilibrada en medio del cosmos. Afirman también que se mueve y que con su movimiento giran, de oriente a occidente, las estrellas, fijas en él; estos giros son cada vez más pequeños a medida que se asciende hacia los polos de la esfera».

Frontispicio de las Etimologías de San Isidoro. Manuscrito del siglo XII, procedente de la
Abadía de Prüfening cerca de Ratisbona . Biblioteca del Congreso. USA



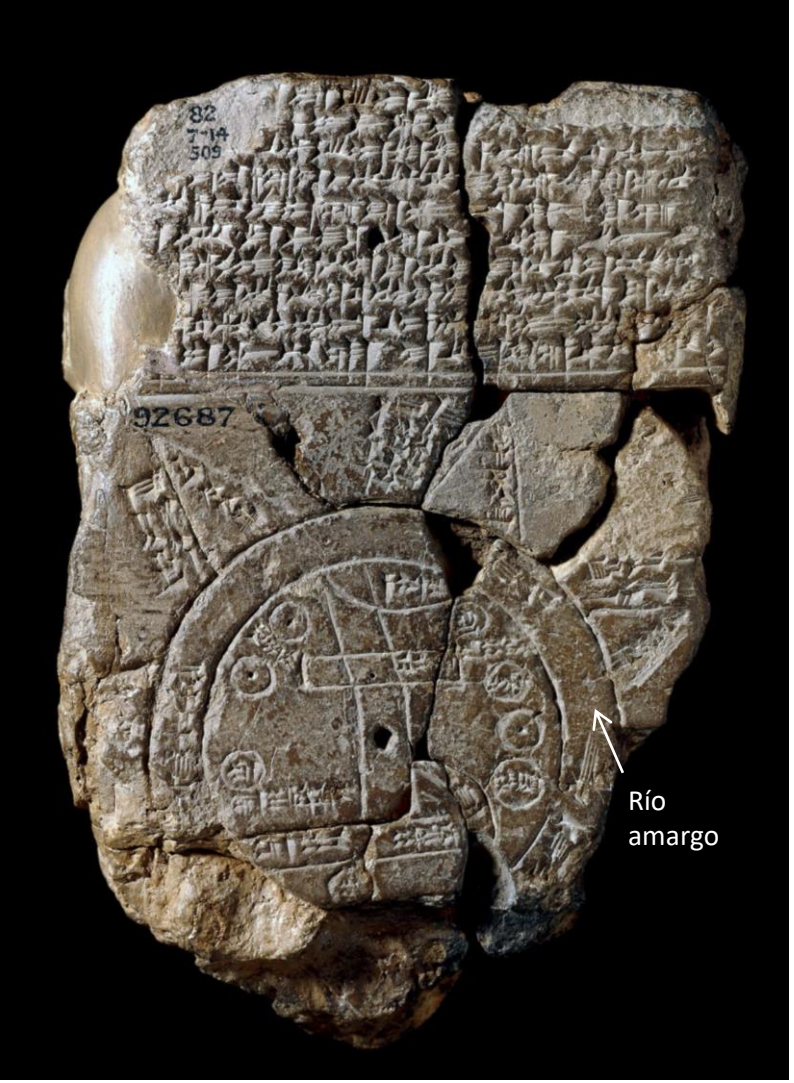
Los cinco círculos del cielo

Una vez definidos los dos polos celestes, describe la Vía Láctea de una forma curiosa: « El círculo lácteo es el que se observa en la esfera; y toma tal nombre por su albura, puesto que es blanco. Algunos afirman que es el camino por el que el Sol sigue su curso y que brilla así por el resplandor que deja en su trayecto». Especialmente interesante es el capítulo que dedica a los círculos o zonas del cielo, que identifica con el movimiento anual del Sol sobre la esfera celeste y con las constelaciones: « Las zonas en cuestión son cinco; y se las califica de “zonas” o “círculos” porque están situadas circularmente en torno a la esfera. El primero de estos círculos se denomina *arktikós*, porque en su ámbito se contempla ubicado *Arcturus*: las Osas, que se denominan Septentriones, y que nosotros imaginamos bajo el aspecto de osas. El segundo círculo se denomina *therinós tropikós*, porque en él el Sol alcanza en el verano los límites del Aquilón, pero no traspasa este círculo, sino que a partir de ahí da la vuelta. Por eso se le dice *tropikós*. El círculo tercero es el *hemerinós*, que los latinos conocen como “equinoccial”, porque el Sol, cuando llega a estos confines, produce el equinoccio. *Hemerinós* en latín quiere decir “día y noche” : en este círculo se observa la línea que en dos mitades divide a la esfera. El cuarto círculo se denomina

antarktikós porque está contrapuesto al círculo que hemos llamado *arktikós*. El quinto círculo es el *cheimerinós tropikós*, que los latinos califican de “invernal” o “brumal”, porque cuando el Sol ha alcanzado tal círculo, tiene lugar el invierno para los que se encuentran hacia el Aquilón, mientras que, para los habitantes de las zonas australes, es verano».

El libro XIV, dedicado a la Tierra, se inicia localizándola en el centro del universo, refiriendo acto seguido su movimiento, supuestamente debido al viento, y el de las aguas de su interior: «Según algunos, su movimiento consiste simplemente en el viento que se encuentra en sus partes huecas, y que, al moverse, mueve también a la Tierra…Y hay quienes, en fin, defienden que la tierra es *spongoeidé*, y sus ruinas, generalmente interiores, sacuden todo cuanto se asienta sobre ellas. También las aberturas de la tierra tienen su origen en el movimiento de las aguas que subyacen en su interior, o en los frecuentes truenos, o en los vientos que escapan violentamente de las concavidades de la Tierra». Aunque no se refiriesen aquí los terremotos, como fenómenos achacables a tales exhalaciones, si se hizo en otra de sus obras previas *De natura rerum* (613), a la que nos volveremos a referir más adelante.
En el segundo capítulo se describió el mundo conocido de su tiempo, de acuerdo con la tradición heredada, que defendía la existencia de un gran río amargo rodeando el orbe; tal como figura representado en el primer

ISIDORI
HISPALENSIS
EPISCOPI
Originum libri viginti
ex antiquitate eruti.
ET
MARTIANI CAPELLAE
De nuptijs Philologiæ & Mercurij
Libri nouem.
Vterque, præter Fulgentium & Veteres Grammaticos, variis lectionibus & scholijs illustratus
Opera atq; Industria
BONAVENTVRAE VVLCANII BRVGENSIS.
LVCERNA PEDI
BVS MEIS VER
BVM TVVM·
Cum gratia & priuilegio Cæsareæ Maiestatis.
BASILEÆ,
PER PETRVM PERNAM.



mapamundi del que se tienen noticias, el cual procede de Mesopotamia y se conserva en el Museo Británico:

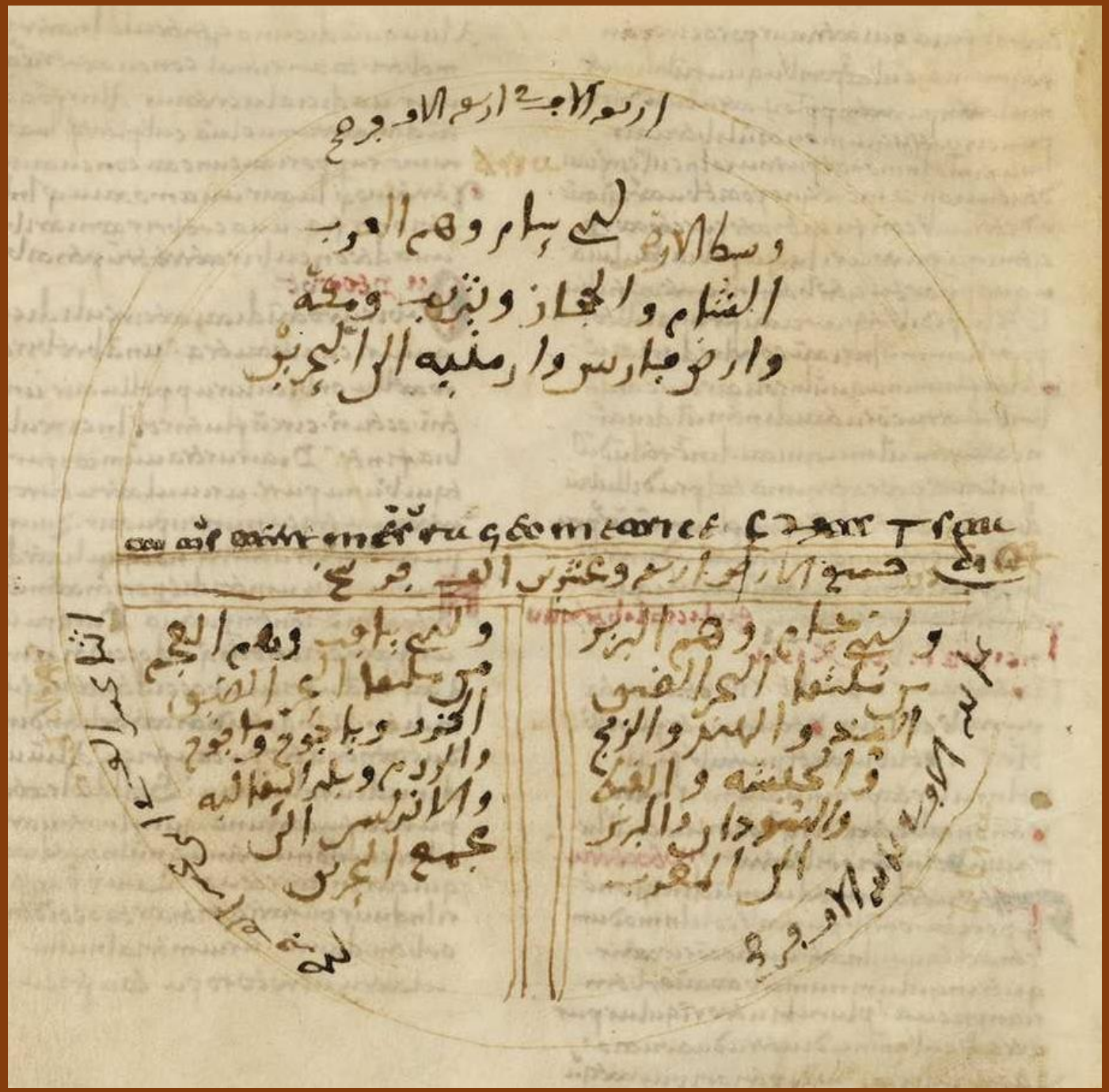
«Se denomina orbe por la redondez de su círculo, porque es semejante a una rueda; por eso, a una rueda pequeña se le da el nombre de *orbiculus*. El océano la rodea por todos lados, limitando sus confines, como en un círculo. El orbe está dividido en tres partes, una de las cuales se denomina Asia, otra Europa y la tercera África. Los antiguos no dividieron de manera homogénea estas tres partes del orbe, ya que Asia, por el oriente, se extiende desde el mediodía hasta el septentrión; Europa, por su parte, desde el septentrión hasta el occidente; y África, en fin, desde occidente hasta el mediodía. De donde se desprende con toda evidencia que una mitad del orbe la ocupan dos partes-Europa y África-mientras que la otra mitad la ocupa Asia sola. Pero aquellas dos primeras partes se han dividido así porque entre ambas y procedente del océano, se interpone el Gran Mar, que las separa».

Concluida la descripción global del mundo, procedió San Isidoro a efectuar otra mucho más detallada de cada una de sus tres partes, comenzando con la de Asia, cuyo nombre proviene al parecer del de una mujer así llamada, que dominó el mundo oriental; prosiguiendo con la de Europa, hija de Agenor rey de Libia (raptada por Zeus y llevada a Creta); para terminar con la de África, nombre de procedencia incierta, aunque se indicara la posibilidad de que derivase de *Áprica* (expuesta al Sol: «porque está abierta al cielo y al Sol y no padece los rigores del frío».

La descripción de Europa finalizó con la de Hispania:

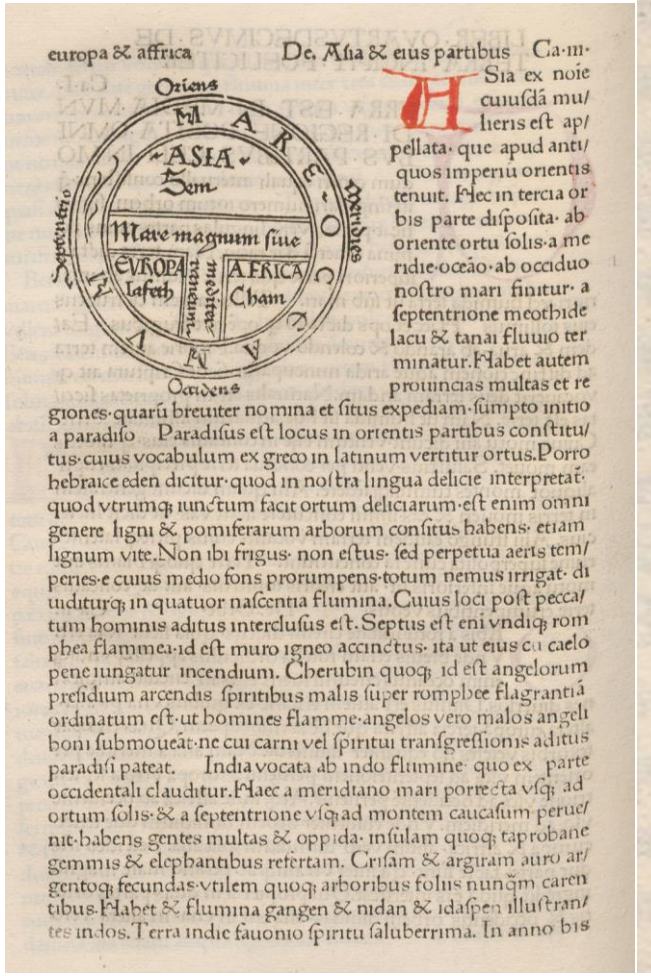
«Hispania se conoció inicialmente como “Iberia”, nombre derivado del río Ibero (Ebro); más tarde se la llamó Hispania, derivativo de Híspalo. Esta es la auténtica Hesperia, así denominada por Héspero, la estrella occidental (lucero vespertino en la mitología griega). Está situada entre África y la Galia, cerrada al norte por los montes Pirineos y rodeada por el mar por sus restantes costados. Es constante la salubridad de su cielo, fecunda en todo tipo de frutos, riquísima por la abundancia de piedras preciosas y de metales. Fluyen por ella grandes ríos: el Betis, el Miño, el Ebro y el Tajo, que arrastra pepitas de oro, como el Pactolo. Tiene seis provincias: la Tarraconense, la Cartaginense, la Lusitania, Galicia, Bética y, pasando el Estrecho, en la región de África, la Tingitania. Hay dos Hispanias: la citerior, que, en la zona norte, se extiende desde el Pirineo hasta Cartagena; y la ulterior, que, al sur, va desde la Celtiberia hasta el estrecho gaditano. Se denominan citerior y ulterior, como si dijéramos “del lado de acá” y “del lado de allá”; pero *citra* viene a ser como “cerca de las tierras”, y *ultra*, que es la última y que después de ella ya no hay ninguna más».

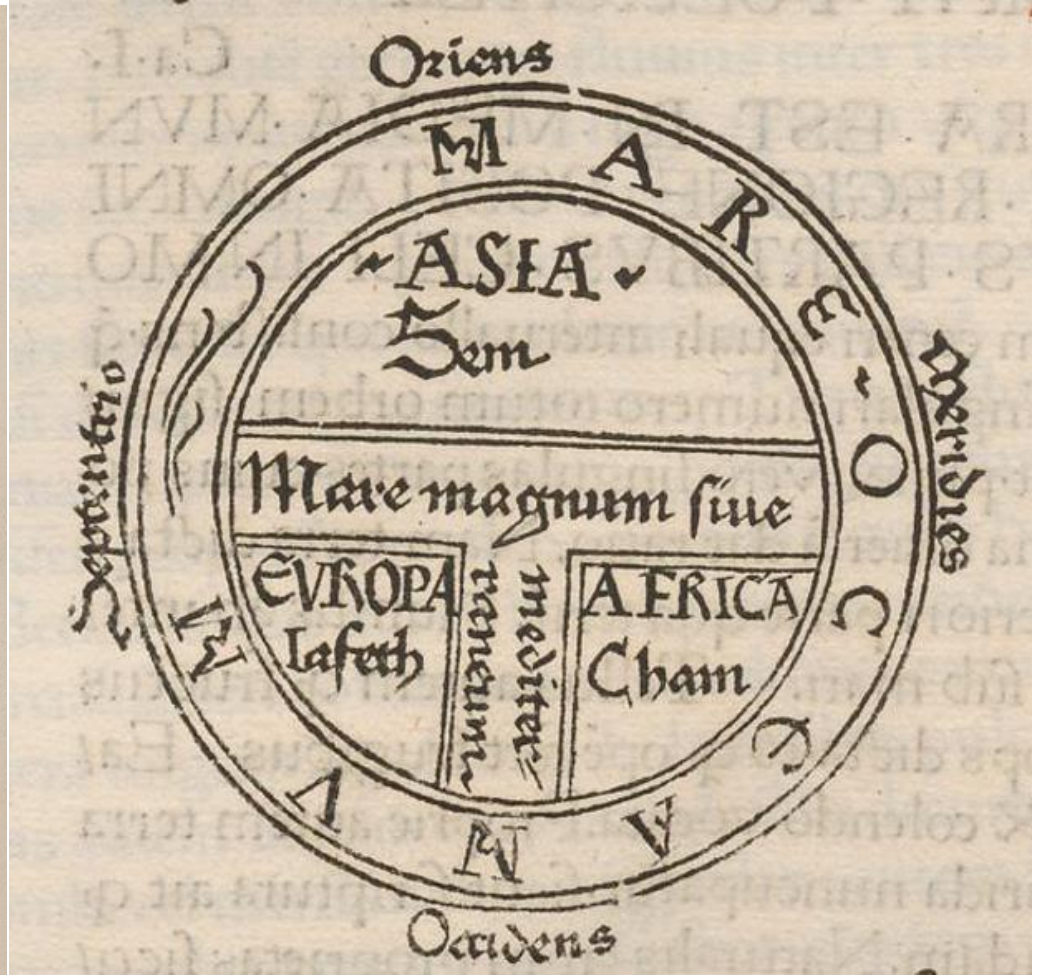
Hispania en el Wilton Codex 1480
GEOGRAFÍA DE TOLOMEO



Mapa de T en O con escritura árabe del folio 116v miniado del códice *Isidori Etymologiae Codex Toletanus* (nunc Matritensis) BNE Vitr. 14-3. Escritura minúscula visigótica (escuela toledanosevillana) 163 folios a dos columnas en pergamino, de 50.52 líneas por página. Procedente de la Catedral de Toledo. Entre 801 y 900

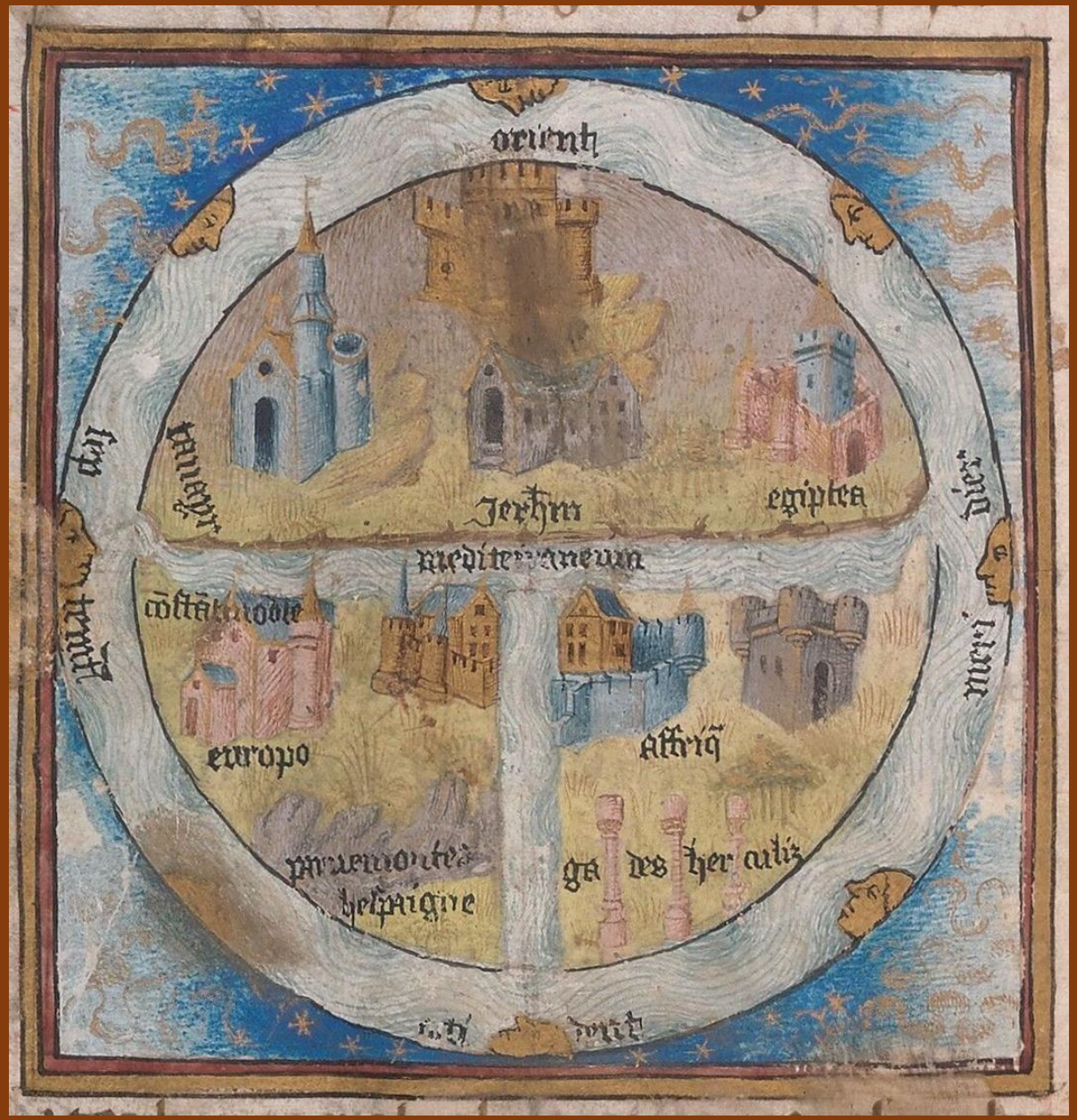
Biblioteca Nacional de España



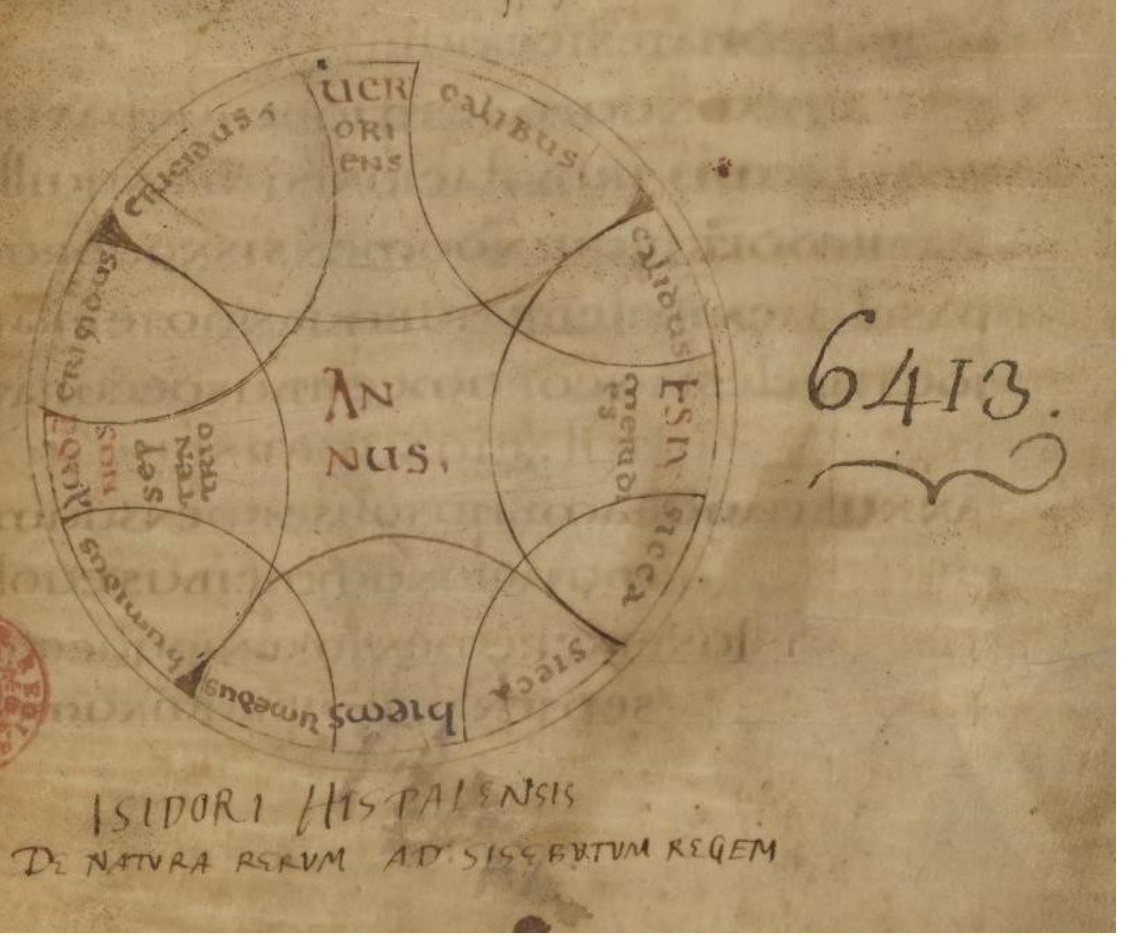


Tanto la descripción del mundo como la de cada una de sus partes, las debió de hacer san Isidoro ante un mapa, derivado de los que supuestamente realizó Claudio Tolomeo. De hecho, son varias las ocasiones en que las copias de sus etimologías fueron iluminadas con los clásicos mapas de T en O que tanto proliferaron durante la Edad Media. De entre todos ellos se ha seleccionado uno realmente llamativo, por incluir en su campo escritura árabe; prueba inequívoca de que la obra isidoriana se difundió también en la España musulmana. Un mapa de esa familia ilustró precisamente la primera edición impresa de las Etimologías, publicada en Augsburgo en 1472, en él se representaron esquemáticamente las tres partes del mundo, asignándolas a los tres hijos de Noé: Cam (África), Jafet (Europa) y Sem (Asia). Europa está separada de África por el brazo menor de la T, que une el final del océano con las Columnas de Hércules; África se suponía unida a Asia a través del río Nilo. Posteriormente siguieron confeccionándose ese tipo de representaciones cartográficas, aunque fuesen evolucionando con el tiempo; siendo en muchas de las ocasiones buenas manifestaciones artísticas.

Beinecke MS 358. *Bellum Catilinae*…(1400-1425). Yale University



La Fleur des Histoires. (1459-1463). Bibliothèque Royale de Belgique,

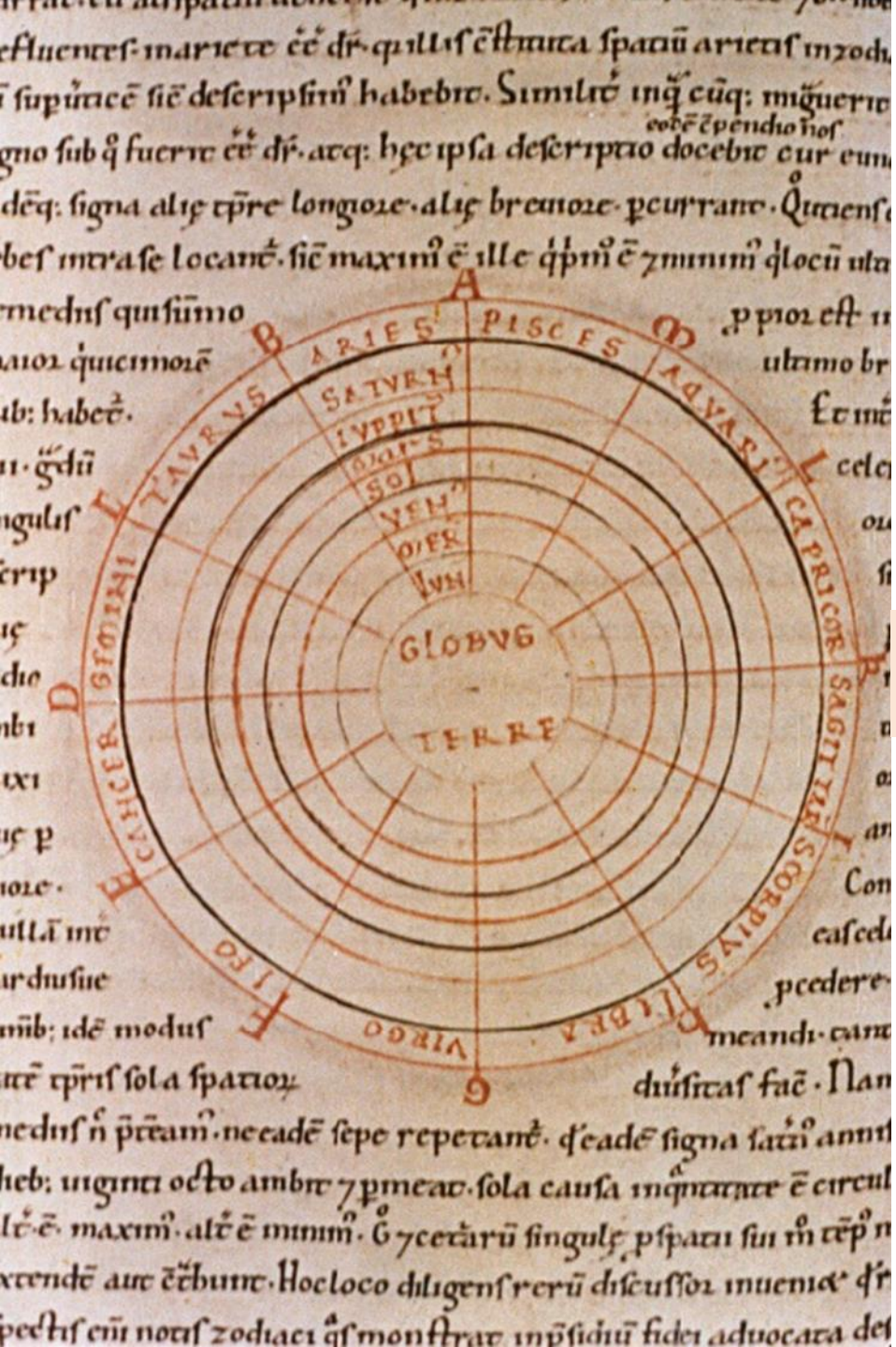


Al parecer, San Isidoro escribió las Etimologías animado por la buena acogida que tuvo su obra previa *De natura rerum*, que compuso a instancias del Rey Sisebuto; a él fue dirigida, resumiendo en el prólogo su contenido:

« Yo, con ánimo y estudio, no me demoro en satisfacer tu anhelo estudiando el curso de los que sobre ello escribieron. Te explico algunas cosas sobre la razón de los días y de los meses, los límites de los años, la vicisitud de los tiempos, la naturaleza de los elementos, el curso del Sol y la Luna y ciertas causas de los astros, de las tempestades y sus signos, de los vientos y de la posición de la Tierra y de los calores alternos del mar».

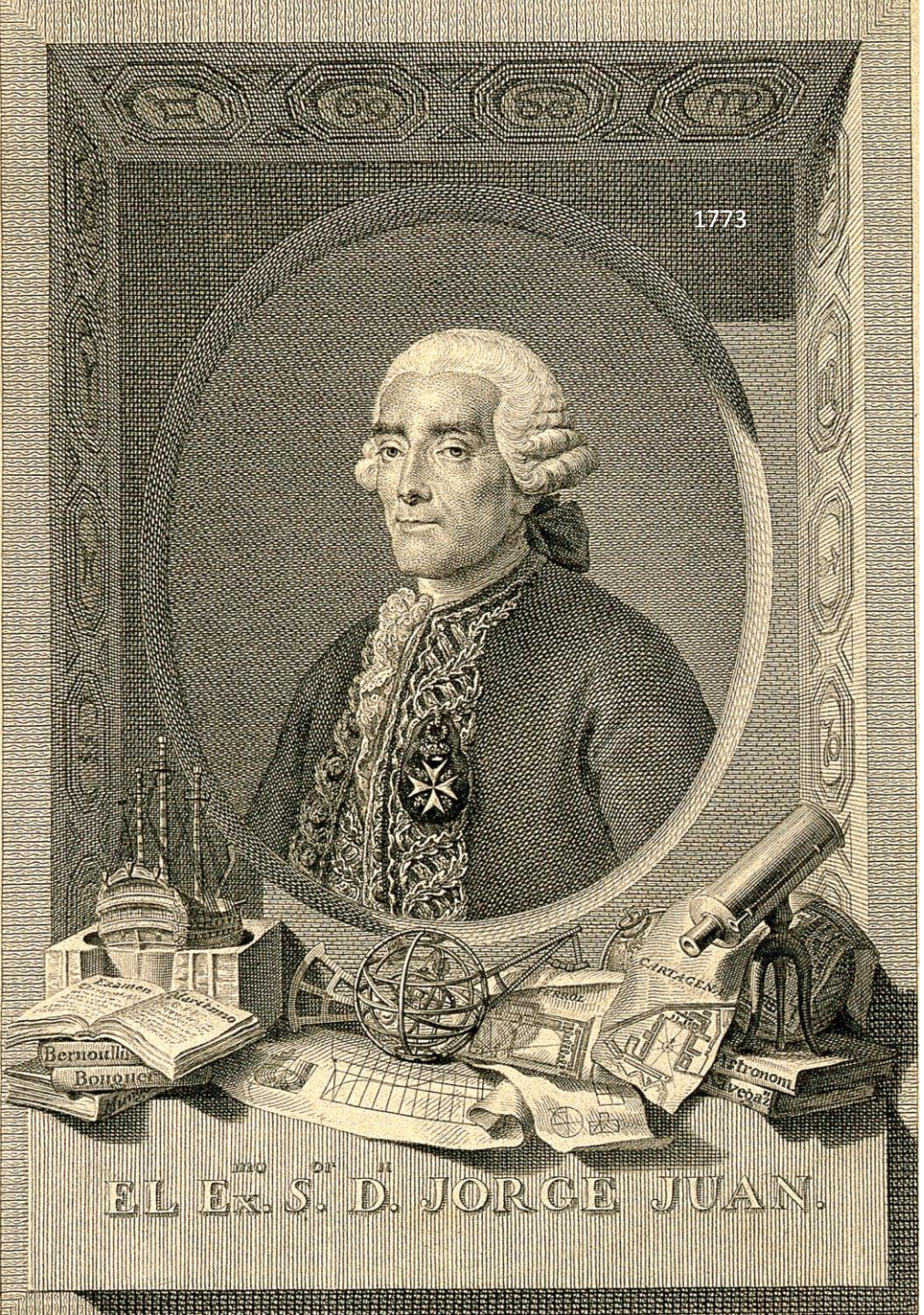
Este tratado de la Naturaleza constó de 48 capítulos, cuyos títulos se indican a continuación: I. De los días; II. De la noche; III. De la semana; IV. De los meses; V. De la armonía de los meses; VI. De los años; VII. De los tiempos; VIII. Del solsticio y del equinoccio; IX. Sobre el mundo; X. De los cinco círculos; XI. De las partes del mundo, XII. Del cielo; XIII. De los siete planetas celestes y sus revoluciones; XIV. De las aguas que están sobre los cielos; XV. De la naturaleza del Sol; XVI. De la extensión del Sol y de la Luna, XVII. Del curso del Sol; XVIII. De la luz de la Luna; XIX. Del curso de la Luna; XX. Del eclipse de Sol; XXI. Del eclipse de Luna; XXII. Del curso de las estrellas; XXIII. De la posición de las siete estrellas errantes; XXIV. De la luz de las estrellas; XXV. De la caída de las estrellas, XXVI. De los nombres de los astros; XXVII. Si las estrellas tienen alma; XXVIII. De la noche; XXIX. Del trueno; XXX. De los rayos; XXXI. Del arco;

XXXII. De las nubes; XXXIII: De las lluvias; XXXIV. De la nieve; XXXV. Del granizo; XXXVI. De los vientos; XXXVII. De los nombres de los vientos; XXXVIII. De los signos de la tempestad y del tiempo sereno, XXXIX. De la pestilencia; XL. Del océano; XLI. Por qué el mar no crece; XLII. Por qué el mar tiene aguas saladas; XLIII. Del Nilo; XLIV. De los nombres del mar y de los ríos; XLV. De la posición de la Tierra; XLVI. De los terremotos; XLVII. Del monte Etna; XLVIII. De las partes de la Tierra.



El globo terráqueo, los siete planetas y los signos del zodiaco en la obra *De natura rerum.* Bobdelian Library

Mapa de T en O, en la obra *De natura rerum.* Bobdelian Library

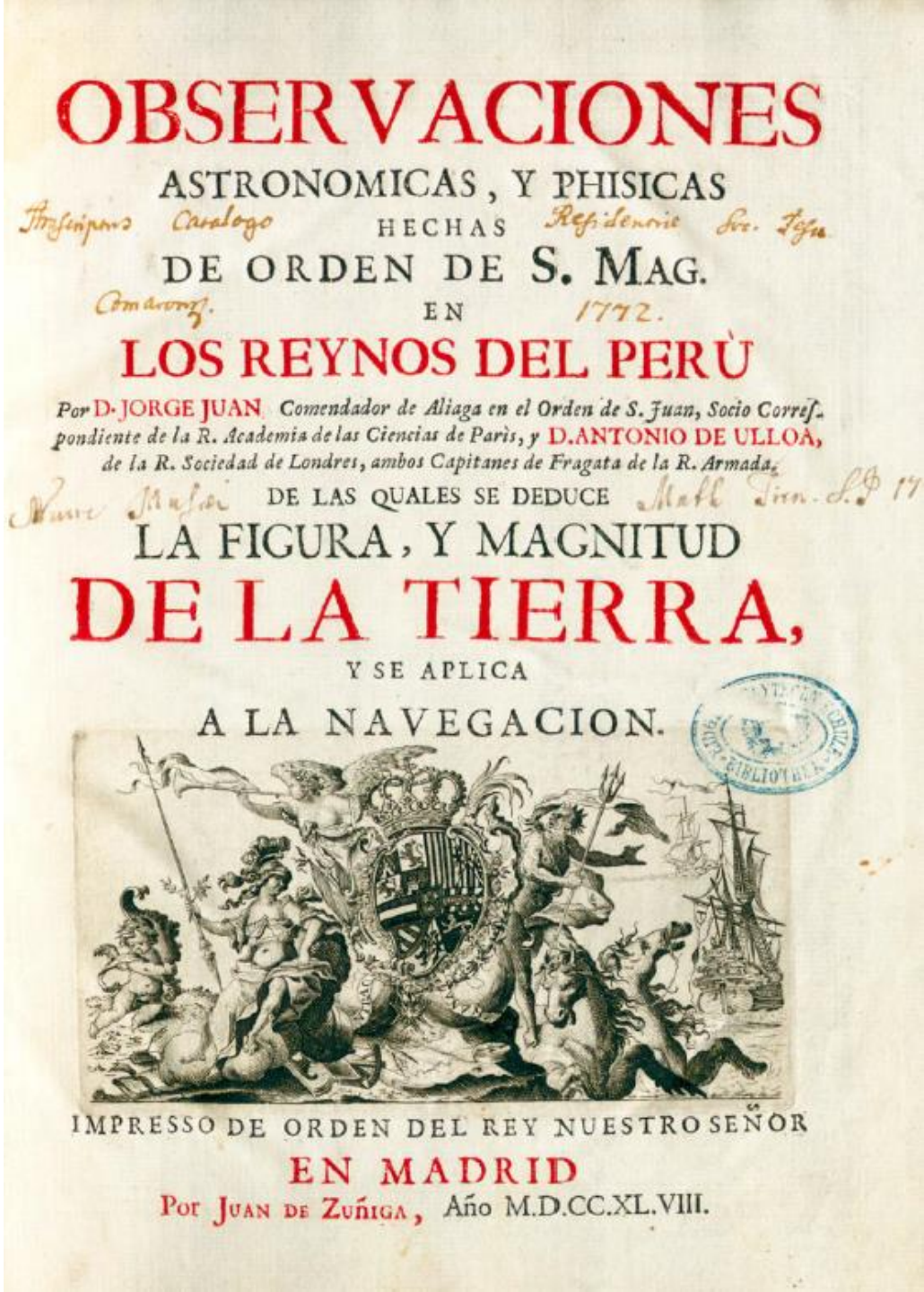


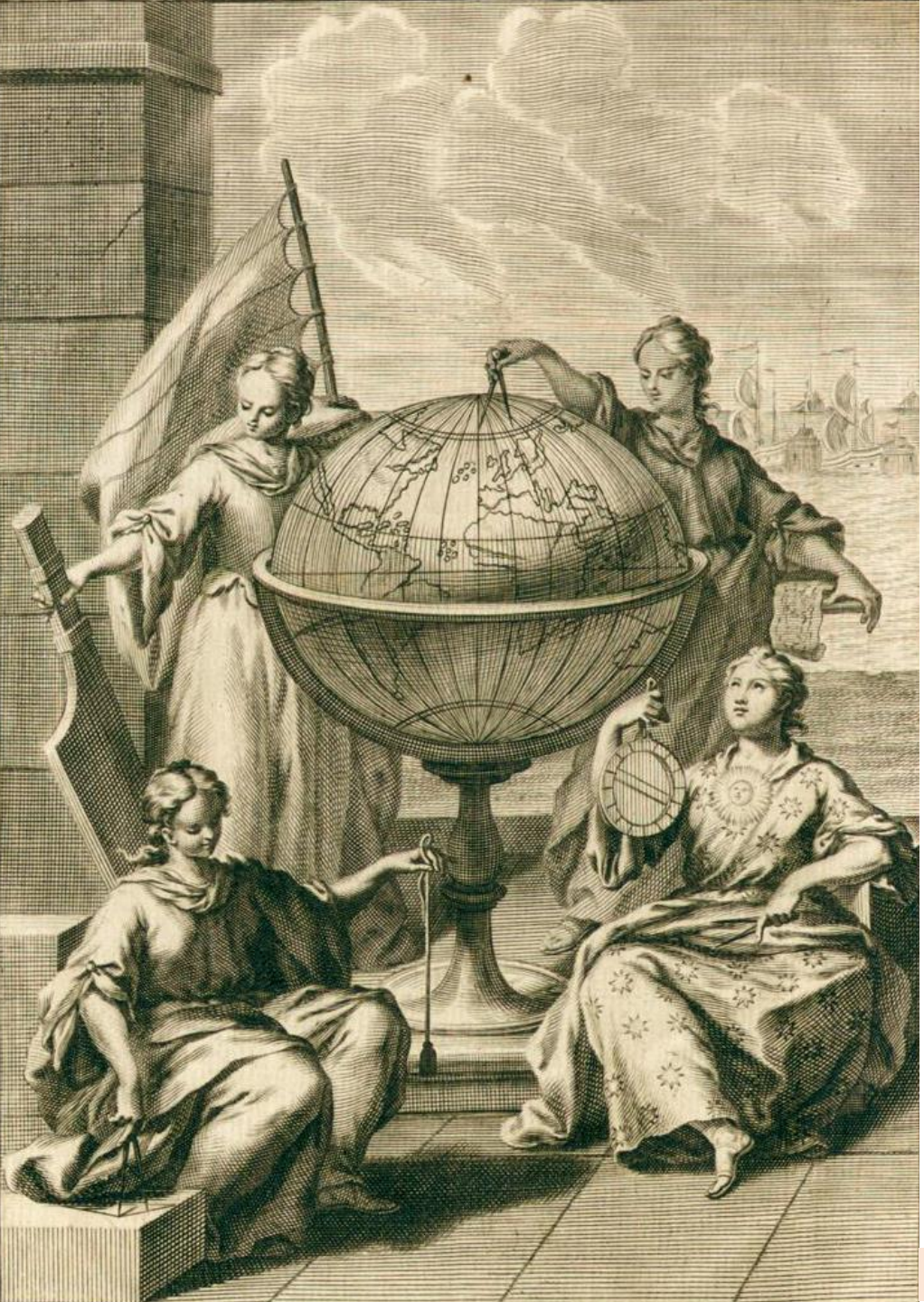
Jorge Juan y Santacilia (1713-1773)

Prototipo de marino ilustrado y principal impulsor de la Astronomía en España, por su iniciativa se creó el observatorio de Cádiz y después el de Madrid. Participó en la medición de un grado de meridiano en el Virreinato de Perú, una expedición científica auspiciada por la Academia de Ciencias de París para dilucidar si la Tierra estaba achatada por el ecuador o por los Polos. Los pormenores de aquella prolongada aventura (1735-1744), en la que también participó Antonio de Ulloa, otro marino ilustre, se hicieron públicos en el año 1748: *Observaciones Astronómicas y Physicas hechas por orden de S. Mag. en los Reynos del Perú por D. Jorge Juan… y D. Antonio de Ulloa…de las quales se deducela figura y magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación. Impresso de orden del rey Nuestro Señor en Madrid. MDCCXLVIII*. Jorge Juan fue el autor de la publicación, indicando en el prólogo como ambos marinos se habían distribuido la tarea: «La una (de que se ha encargado Don Antonio de Ulloa) contiene la relación del Viaje, Mapas, Descripciones de Países, y noticias de todo lo que se halla de particular en los Reynos del Perú, por donde hemos transitado. La otra, que es la que comprende este Volumen, ha corrido a mi cargo, y encierra todas las Observaciones Astronómicas, y Physicas, que

ejecutamos, ya para el fin principal de nuestro Viaje, ya para otros, que se sirvió ordenarnos en su Real Instrucción S.M.».

Consta la obra de los nueve capítulos siguientes. 1) Observaciones sobre la oblicuidad de la eclíptica y descripción del instrumento empleado para ello; 2) Observaciones de la latitud, con una breve descripción del cuarto de círculo con que se hicieron, acompañados de una tabla con las declinaciones del Sol, 3) Observaciones sobre las inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter, así como de los eclipses lunares, «de las quales se deduce la longitud de los Lugares»; 4) Experiencias sobre dilatación y compresión de los metales, relacionadas con los cambios de temperatura; 5) Experiencias barométricas, «el método de hallar la altura de los Montes ò Cerros en la Zona Tórrida; 69 experiencias sobre la velocidad del sonido, todo aplicado a varios casos de Geografía y Navegación; 7) «Medida del grado de Meridiano terrestre contiguo al ecuador, con la explicación del método que se hizo en medirle, construcción y uso del instrumento de 20 pies de radio, con que se hicieron las Observaciones Astronómicas, y conclusión de la razón del exe de la Tierra al diámetro del Ecuador»; 8) «Experiencias del Péndulo simple, descripción del Instrumento, con que se ejecutaron, y determinación de la Figura de la Tierra; sobre la cual


OBSERVACIONES
ASTRONOMICAS, Y PHISICAS
HECHAS
DE ORDEN DE S. MAG.
EN
1772.
LOS REYNOS DEL PERÙ
Por D. JORGE JUAN, Comendador de Aliaga en el Orden de S. Juan, Socio Correspondiente de la R. Academia de las Ciencias de Paris, y D. ANTONIO DE ULLOA, de la R. Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la R. Armada.
DE LAS QUALES SE DEDUCE
LA FIGURA, Y MAGNITUD
DE LA TIERRA,
Y SE APLICA
A LA NAVEGACION.
IMPRESSO DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR
EN MADRID
Por JUAN DE ZUÑIGA, Año M.D.CC.XL.VIII.



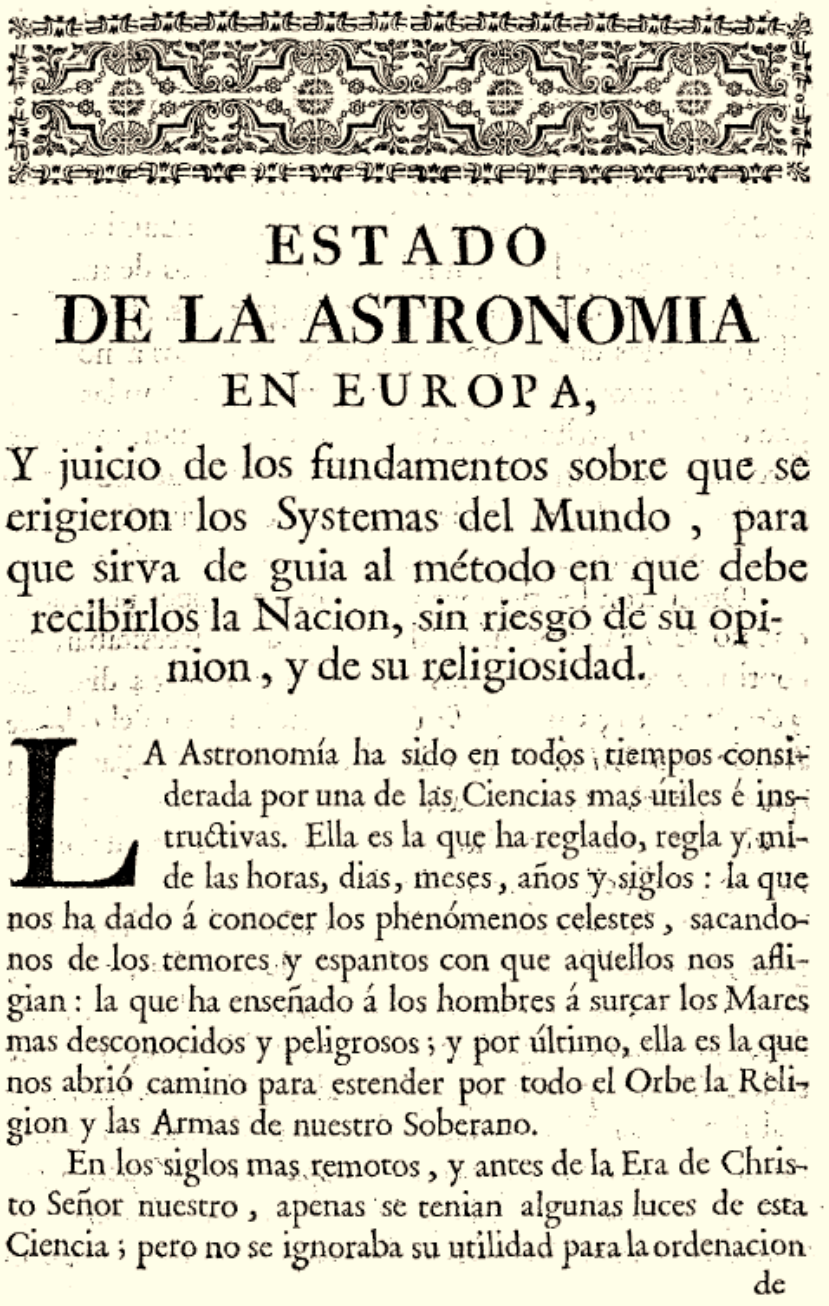
se dan Tablas del valor de cada grado del Meridiano terrestre, y de la longitud del Péndulo para cada latitud»; 9) La práctica de la Navegación sobre la figura de la Tierra.

Merece la pena reproducirla última parte del capítulo octavo, bajo el epígrafe conclusión de la Figura de la Tierra:

«Según esto, todas las Observaciones conviene en que la Tierra es una Elipsoide lata (elipsoide oblato) y su razón de Diámetros la de 265 à 266; aunque en esto último se podrían admitir algunas cortas alteraciones, según los yerros, que se quisieren suponer en las Observaciones.
Esto establecido, y el valor del grado del Equador siendo (como diximos) de 57228.5 toesas; la circunferencia de este círculo tendrá 20602260 toesas, ò 53079433 2/3 varas Castellanas, y su Diámetro 6557903 toesas, ò 16895708.5 Varas; por lo qual, le tocan al exe (según la razón de 266 à 265) 6533249 toesas, ò 16832190 Varas. Estará pues el Equador más distante del centro de la Tierra, que el Polo 12327 toesas, ò 31759.5 Varas».

Los conocimientos astronómicos de Jorge Juan se consolidaron en los años siguientes, como evidencia un opúsculo astronómico y póstumo que se imprimió en Madrid (Imprenta Real de la Gaceta.1774), con un título ciertamente extenso: Estado de la Astronomía en Europa, y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los Sistemas del Mundo, para que sirva de guía al método en que debe recibirlos la Nación, sin riesgo de su opinión, y de su religiosidad. En la introducción de su artículo no podía faltar la referencia a la aplicación náutica y geodésica de la astronomía, dada la experiencia al respecto del protagonista; señalando con evidente acierto que gracias a ella se aventuraron los marinos «a cruzar los anchurosos Mares», puesto que el empleo tan socorrido y útil de la brújula no resultaba suficiente y «se hacía preciso el conocimiento perfecto del cielo y del movimiento de los astros, para observar y determinar las latitudes». De igual modo señaló la importancia del manejo de los instrumentos de observación y el de las tablas diarias de la declinación solar, para borrar «los límites que en Cádiz puso Hércules, para establecernos en lo más remoto de América».

En cuanto a la longitud, manifestaba Jorge Juan la secular imposibilidad de evaluarla con la fiabilidad debida, para apuntar acto seguido «Esta parece reservada para estos siglos, en que el estudio y aplicación en las Academias ha llegado al grado más sublime. Harrison tiene sobre el asunto



ESTADO
DE LA ASTRONOMIA
EN EUROPA,

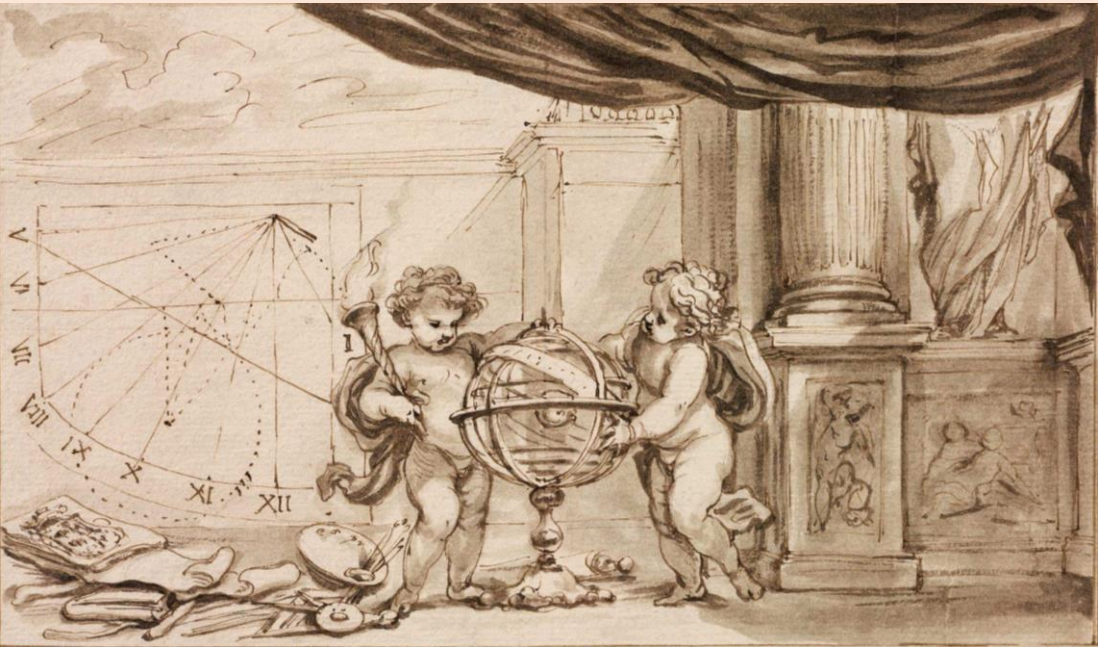
Y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los Systemas del Mundo, para que sirva de guia al método en que debe recibirlos la Nacion, sin riesgo de su opinion, y de su religiosidad.

LA Astronomía ha sido en todos tiempos considerada por una de las Ciencias mas útiles é instructivas. Ella es la que ha reglado, regla y mide las horas, dias, meses, años y siglos: la que nos ha dado á conocer los phenómenos celestes, sacandonos de los temores y espantos con que aquellos nos afligian: la que ha enseñado á los hombres á surcar los Mares mas desconocidos y peligrosos; y por último, ella es la que nos abrió camino para estender por todo el Orbe la Religion y las Armas de nuestro Soberano.

En los siglos mas remotos, y antes de la Era de Christo Señor nuestro, apenas se tenian algunas luces de esta Ciencia; pero no se ignoraba su utilidad para la ordenacion

de

Alegoría de las Ciencias y las Artes. Antonio Palomino de Castro y Velasco.



en expectación a toda la Europa: ha ideado un cronómetro que no discrepa del movimiento medio del Sol ni un minuto en muchos meses». La mención de Jorge Juan al genial descubrimiento del relojero inglés, merece un comentario añadido.

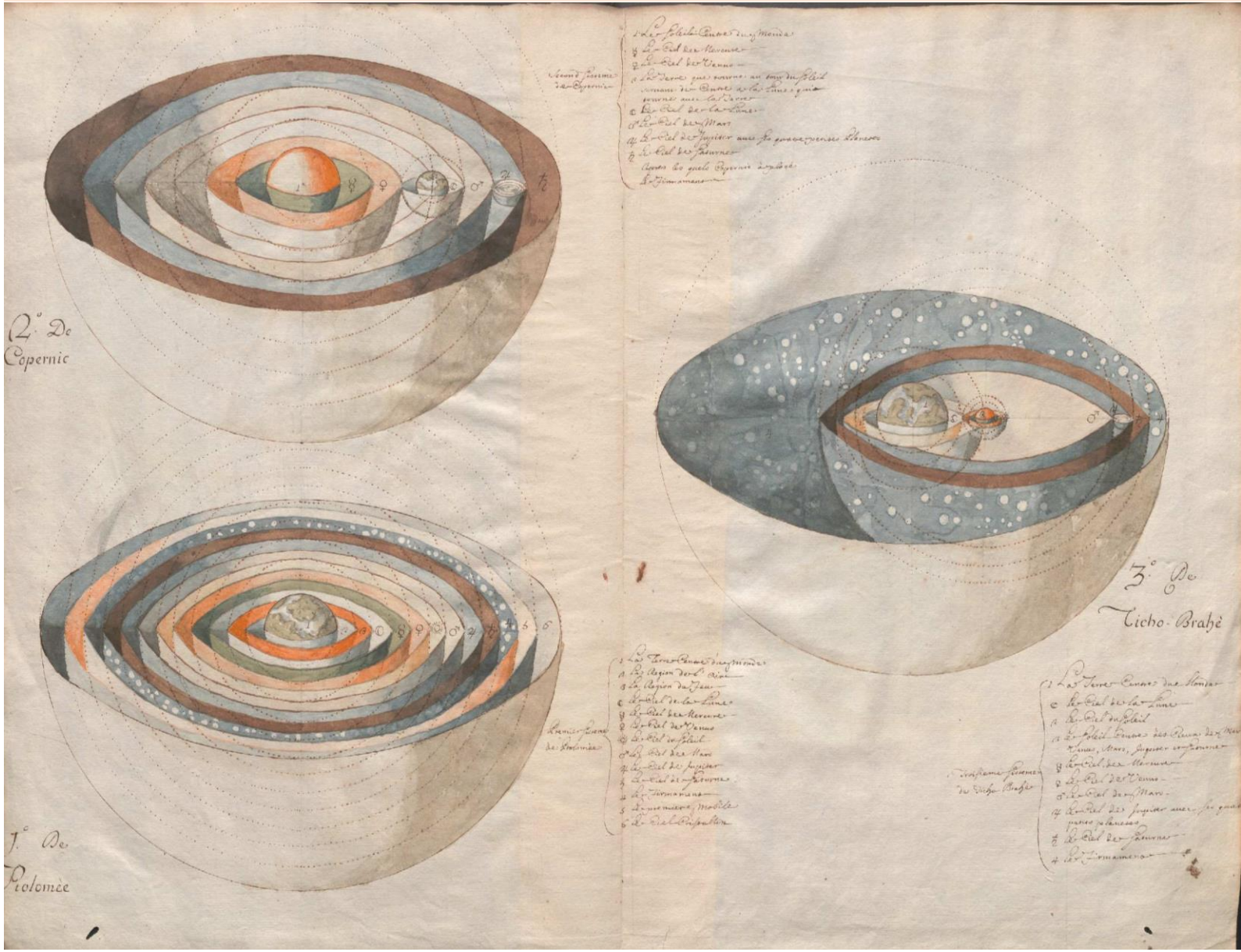
Y es que la solvencia del marino, sobre el particular, se puso de relieve cuando el gobierno español le pidió que emitiera un informe al respecto. La respuesta a la petición del Ministro de Marina e Indias, Julián de Arriaga (sustituto de Ensenada), la firmó Jorge Juan en Madrid el 12 de abril de 1765, probando que efectivamente sí estaba al tanto del problema de la longitud.

A pesar del avance tan considerable que supuso el cronómetro de John Harrison para solucionar el problema de «echar el punto», todavía era necesaria la intervención de la astronomía, tal como recordaba Jorge Juan con estas eruditas palabras: «…porque este mide solamente el tiempo medio o igual, y el Sol solo el verdadero. Por la comparación de uno y otro ha de resultar la longitud: y así no basta la perfección de uno, es preciso tener exacto conocimiento del movimiento del otro». Tan certero análisis, y mención indirecta de la ecuación de tiempo, lo culminó con una aseveración llena de sentimiento: «Con cuánto dolor debemos decir, que apenas se encontrarán en nuestro reino doce sujetos que sepan ejecutarlo».

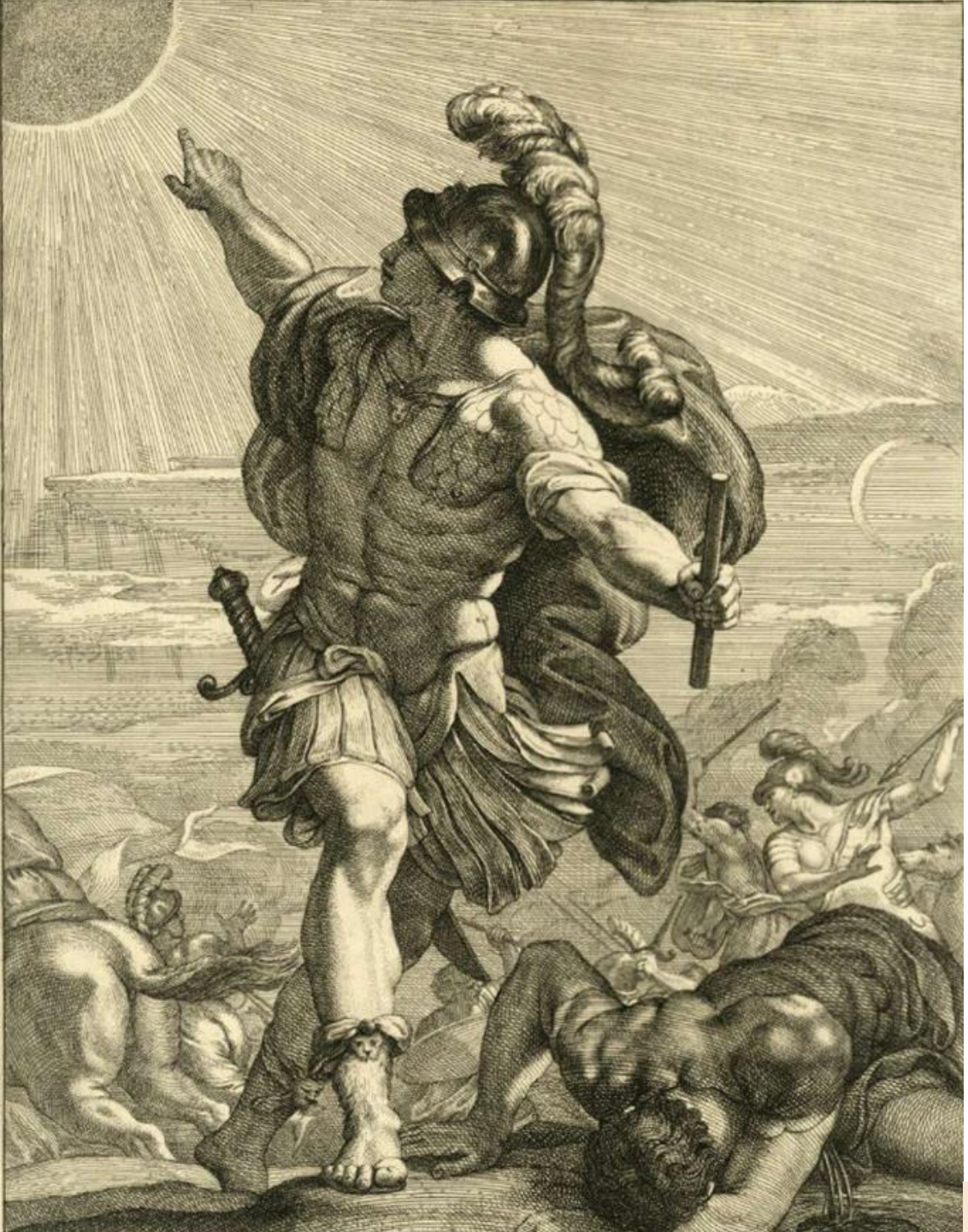
Al finalizar su discurso astronómico, Jorge Juan, hizo un alegato patriótico en favor de la ciencia, se lamentó de que en la segunda mitad del siglo XVIII aún se considerase el modelo heliocéntrico de Copérnico como una mera hipótesis y concluyó encomendándose al Rey:

«¿Será decente con esto obligar a nuestra Nación a que después de explicar los *Sistemas* y la *Filosofía Newtoniana*, haya que añadir a cada fenómeno que dependa del movimiento de la Tierra: *pero no se crea éste, que es contra las Sagradas letras*? ¿No será ultrajar estas el pretender que se opongan a las más delicadas demostraciones de Geometría y de Mecánica? ¿Podrá ningún católico sabio entender esto sin escandalizarse? Y cuando no hubiera en el Reino luces suficientes para comprenderlo ¿dejaría de hacerse risible una Nación que tanta ceguedad mantiene?

Sistemas de Ciencias. Manuscrito (1700-1799) de la Biblioteca Nacional. Los tres modelos del Universo



No es posible que su Soberano, lleno de amor y de sabiduría, tal consienta: es preciso que vuelva por el honor de sus Vasallos; y absolutamente necesario, que se puedan explicar los Sistemas,
sin la precisión de haberlos de refutar: pues no habiendo duda de lo expuesto, tampoco debe haberla en permitir que la Ciencia se escriba sin semejantes sujeciones».



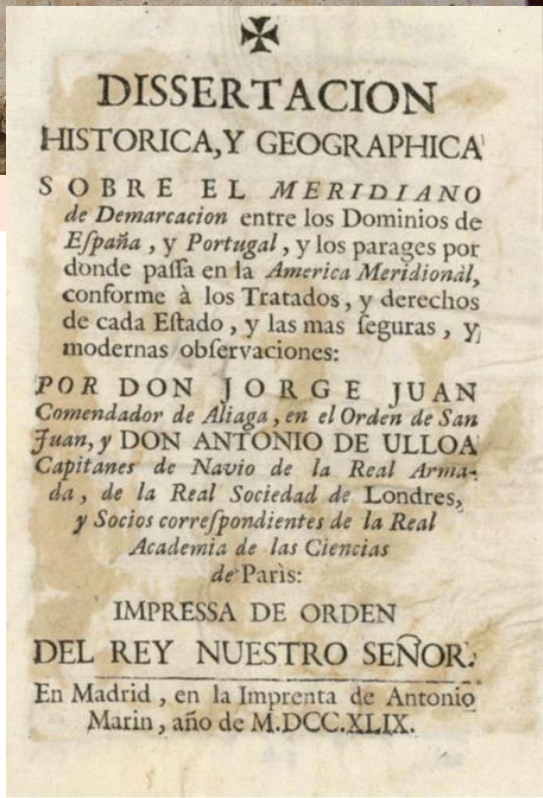
La sensata petición del sabio marino tardó en surtir efecto, la intransigencia religiosa por un lado y la cerrazón intelectual de la comunidad educativa de entonces fueron factores determinantes; en otro caso sería inexplicable la proliferación de almanaques en los que se mantenía, con todas sus consecuencias, el modelo geocéntrico de Tolomeo, aunque paradójicamente se diese la razón al juicio impertinente y fanático de Martín Lutero. Recuérdese que el fraile agustino atacó ignominiosamente a Copérnico, tildándolo de astrónomo advenedizo y loco que pretendía subvertir la ciencia astronómica; su pretendido apoyo no pudo ser otro que un pasaje de la Biblia en la que Josué pidió a Dios que detuviera al Sol, y no a la Tierra.

En el año 1749 se publicó otro trabajo de ambos marinos, que no es muy conocido a pesar de su relevancia, pues se dieron a conocer con cierto detalle los entresijos y consecuencias de la llamada Línea de Demarcación, esto es. El arco de meridiano que serviría de límite jurisdiccional entre las dos partes de la Tierra, susceptibles de ser descubiertas e incorporadas a los reinos de España y Portugal; el consenso entre los dos países

Grabado de Girolamo Ferroni (primera mitad del siglo XVIII. Josué manda parar al Sol y a la Luna

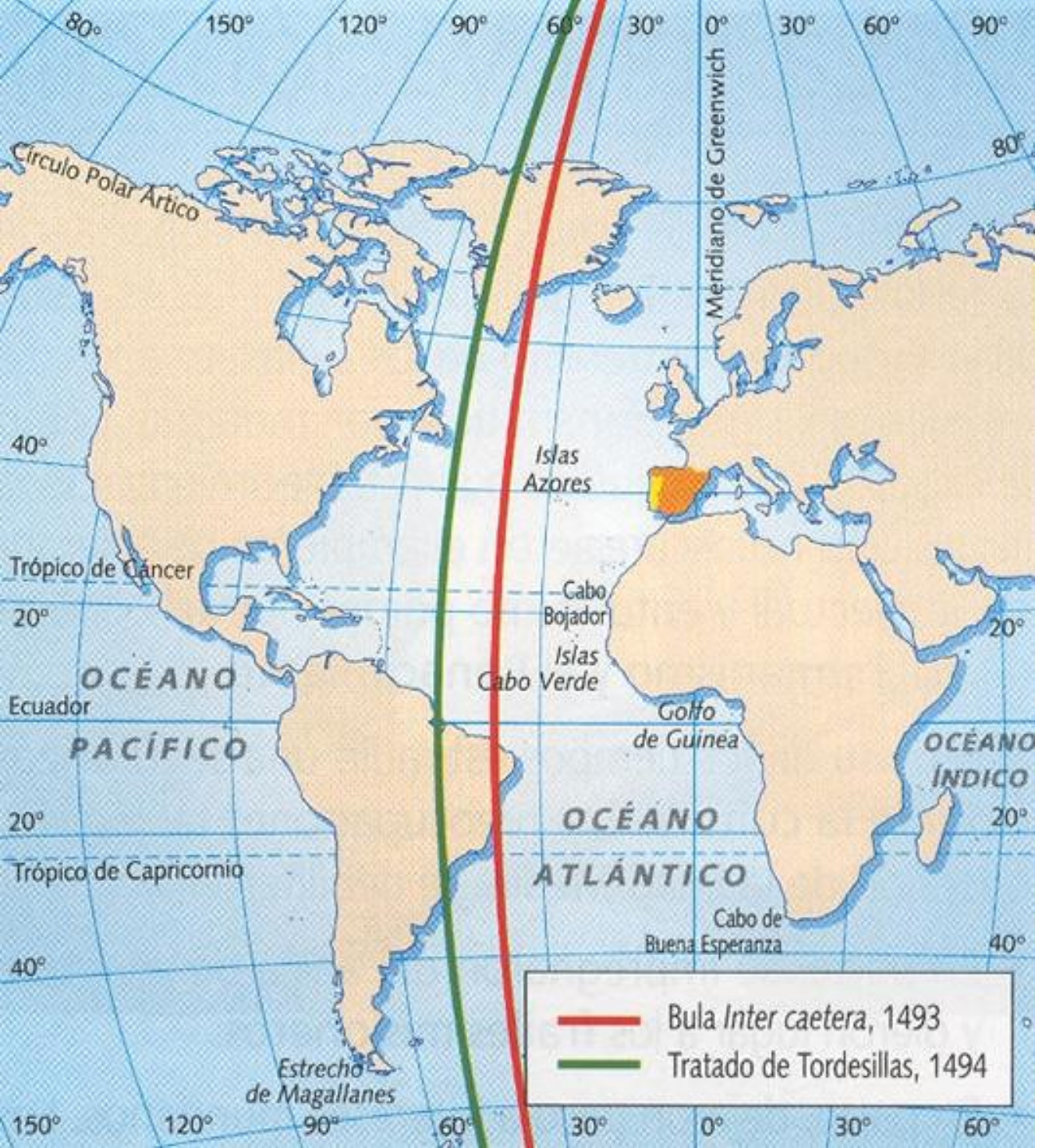
a la intervención del Papa Rodrigo de Borgia (Alejandro VI. Bulas Alejandrinas). El título elegido, así lo expresaba: Disertación Histórica y Geográfica sobre el Meridiano de Demarcación, entre los Dominios de España, y Portugal, y los parajes por donde pasa en la América Meridional, conforme a los Tratados, y derechos de cada Estado, y las más seguras, y modernas observaciones: por Don Jorge Juan, *Comendador de Aliaga, en la Orden de San Juan*, y Don Antonio de Ulloa, *Capitanes de Navío de la Real Armada*, *de la Real Sociedad de Londres y Socios correspondientes de la Real Academia de Ciencias de París.*

Casa donde se negoció el Tratado de Tordesillas



DISSERTACION
HISTORICA, Y GEOGRAPHICA
SOBRE EL *MERIDIANO de Demarcacion* entre los Dominios de *Eſpaña*, y *Portugal*, y los parages por donde paſſa en la *America Meridional*, conforme à los Tratados, y derechos de cada Eſtado, y las mas ſeguras, y modernas obſervaciones:
POR DON JORGE JUAN *Comendador de Aliaga, en el Orden de San Juan*, y DON ANTONIO DE ULLOA *Capitanes de Navio de la Real Armada, de la Real Sociedad de* Londres, *y Socios correſpondientes de la Real Academia de las Ciencias de* Paris:
IMPRESSA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR.
En Madrid, en la Imprenta de Antonio Marin, año de M.DCC.XLIX.

En la introducción ya se hacían saber las dificultades encontradas al fijar con la debida fiabilidad dicha línea, por estar ligada la operación a la correcta determinación de la longitud geográfica del lugar: «Tan considerable ha sido esta duda en la serie de los tiempos, que nunca ha llegado a verse aclarada con la precisión, y exactitud, que se requería; y así aunque varios autores Geógrafos , e Historiadores hayan hablado de ella, no resolviéndola ninguno perfectamente, es forzoso se mantenga suspenso el juicio, ceñido solo a la noticia de haber un Meridiano así llamado de Demarcación». El discurso se dividió en los cuatro apartados que se resumen a continuación: en el primero comentaron «Los Tratados y Convenios firmados entre las Coronas de España y Portugal, sobre la posesión de las



Indias»; en el segundo se concretaron los cálculos y la determinación del meridiano de Demarcación, arreglado a las Capitulaciones «…y a las observaciones más ciertas y autorizadas, que hayan para ello»; el tercero cita a los primeros exploradores y al «descubrimiento de la América Meridional»; finalmente, el cuarto se correspondió con la Conquista y Población, «expresando el modo, con que la Nación portuguesa se va apropiando cuasi todo, o la mayor parte del Río Marañón, o de las Amazonas en contravención a los derechos». El dictamen de Jorge Juan y de Antonio de Ulloa fue claro:
«Queda ya visto de todos modos, que el Meridiano de Demarcación cae a la parte del Oriente del Pará, ya sea comenzando la medida de las 370 leguas desde la Isla de San Nicolás, ya haciendo principio en el borde occidental de la de San Antonio».

En cualquier caso, la cuestión quedaba sin resolverse a ciencia cierta, por la imposibilidad material de medir las citadas leguas con la certidumbre debida.

Cerramos esta breve reseña sobre Jorge Juan, presentando una de las iniciativas más notables en la Historia de la cartografía española, ya que con ella se pretendió dotar a España de un mapa que cubriera todo su territorio y se apoyara en un armazón geodésico, análogo al empleado en Francia. El estudio de esa valiosa aportación es el objetivo del libro Jorge Juan y sus Proyectos para un Mapa de España, publicado en el año 2005:

Mario Ruiz Morales
Mónica Ruiz Bustos

JORGE JUAN Y SUS PROYECTOS PARA UN MAPA DE ESPAÑA

UNIVERSIDAD *de* GRANADA
FUNDACIÓN JORGE JUAN

«El objetivo fundamental del trabajo es volver a divulgar, y analizar por primera vez, un manuscrito geodésico y cartográfico de singular importancia que se conserva en la Real Academia de la Historia, con sede en Madrid. El manuscrito consta de sesenta y siete páginas, y está claramente estructurado en tres grandes apartados: Geografía, Hidrografía y Astronomía; aunque deba de entenderse la Geografía en su sentido más genuino, es decir con un evidente contenido matemático referido a la medida y a la representación de la Tierra. En el documento se aborda, con todo lujo de detalles, un proyecto cartográfico de primer orden, pues su pretensión no es otra que la obtención de un Mapa de España verdaderamente fiable, y apoyado por tanto en una triangulación geodésica centrada en su correspondiente base. El desarrollo del proyecto detalla toda la casuística de la observación, recogiendo el tipo de información

Monumento a Jorge Juan en la Plaza Vieja de su Novelda natal

geográfica que debería ser captada. El proyecto se complementa con otros que son propios de los levantamientos hidrográficos del litoral sustentados, como los anteriores, en las necesarias observaciones astronómicas que pretendían determinar la latitud, la longitud y el acimut de ciertas direcciones, para poder así atenuar los inevitables errores inherentes a tan gran proyecto. Todo indica que Jorge Juan se debió apoyar en este manuscrito para redactar el otro proyecto que presentó al marqués de la Ensenada y que es más conocido por haber sido ya publicado en las Memorias del Depósito Hidrográfico, concretamente en la del año 1809, aunque fuese presentado al ministro en el año 1751. Tampoco es aventurado suponer que el citado manuscrito pudiera servir a Tofiño, gran admirador de la obra de Jorge Juan, cuando sentara las bases de sus conocidos “Derroteros de las costas de España...”; fijando de esa forma la superficie de su territorio peninsular. Creemos, en definitiva, que se trata de un documento excepcional que merecía ser estudiado con detalle y volver a hacerlo público, en esta ocasión junto al presentado al marqués, por su innegable valor histórico y por tratarse del primer intento para lograr una representación cartográfica de España con utilidad topográfica».

Descripción del Universo
1613

Joao Baptista Lavanha (ca. 1550-1624)

Uno de los mejores cosmógrafos de Portugal, además de cartógrafo y matemático de los reyes de España. Suyo fue el *Itinerario do Reyno de Aragao* (1610-1611), una descripción geográfica iluminada en la que se apoyó para confeccionar el grandioso mapa de ese antiguo reino. Es posible que el éxito alcanzado, hiciera que el gobierno de Felipe IV le encargase un mapa de España, que no pudo llevar a cabo. Nació Lavaña en el seno de una familia judía instalada en la corte portuguesa, al parecer fue tan aplicado que el rey Don Sebastián consintió su traslado a Roma, en donde se cree que estudió entre 1572 y 1578, escribiendo allí el artículo astronómico *Taboas do lugar do Sol e largura do Leste a Oeste com hum instrumento de duas laminas representado nellas duas agulhas graduadas de graos, com hum amostrador e agulha,*, si bien no llegó a publicarse hasta el año 1600. Tales tablas eran un documento auxiliar de navegación detallando el cálculo de la latitud por observaciones meridianas del Sol y de la estrella polar, así como la determinación de la longitud por un instrumento diseñado por el autor. De Roma volvió instruido en matemáticas, letras e historia, hasta el extremo de que Felipe II lo mandó llamar cuando fundó la Academia de Matemáticas y de Arquitectura civil y militar. En ella fue

SONETO CXV

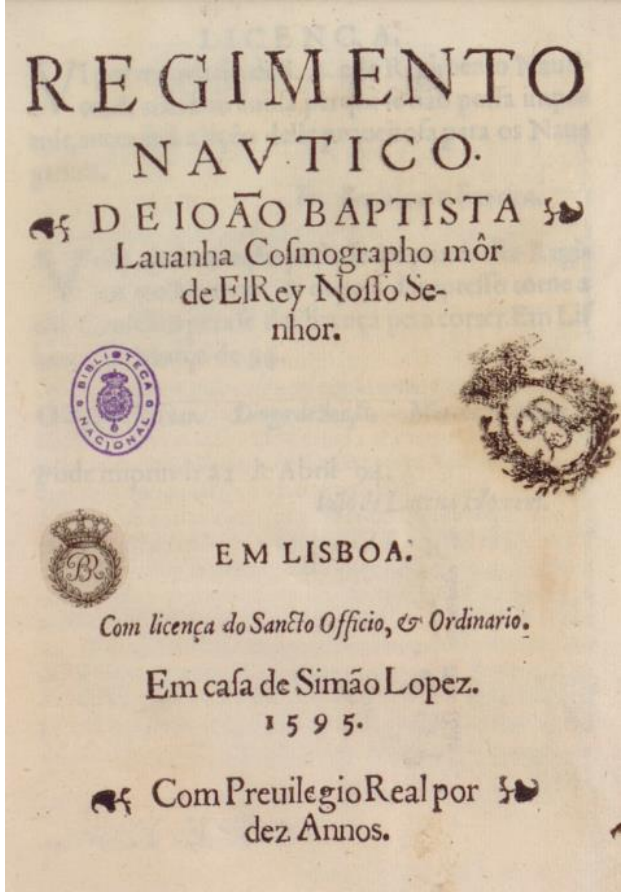
Maestro mío, ved si ha sido engaño
regular por amor el movimiento,
que hace en paralelos de su intento
el sol de Fili, discurriendo el año.

Tomé su altura en este desengaño,
y en mi sospecha, que es cierto
instrumento,
por coronas conté su pensamiento
y señalome el índice mi daño.

O no son estos arcos bien descritos,
(digo estos ojos) o este limbo indicio,
que a aquella antigua oscuridad me torno,

o yo no observo bien vuestros escritos,
que si hace Fili en Géminis solsticio,
no escapa mi Cenit de Capricornio.

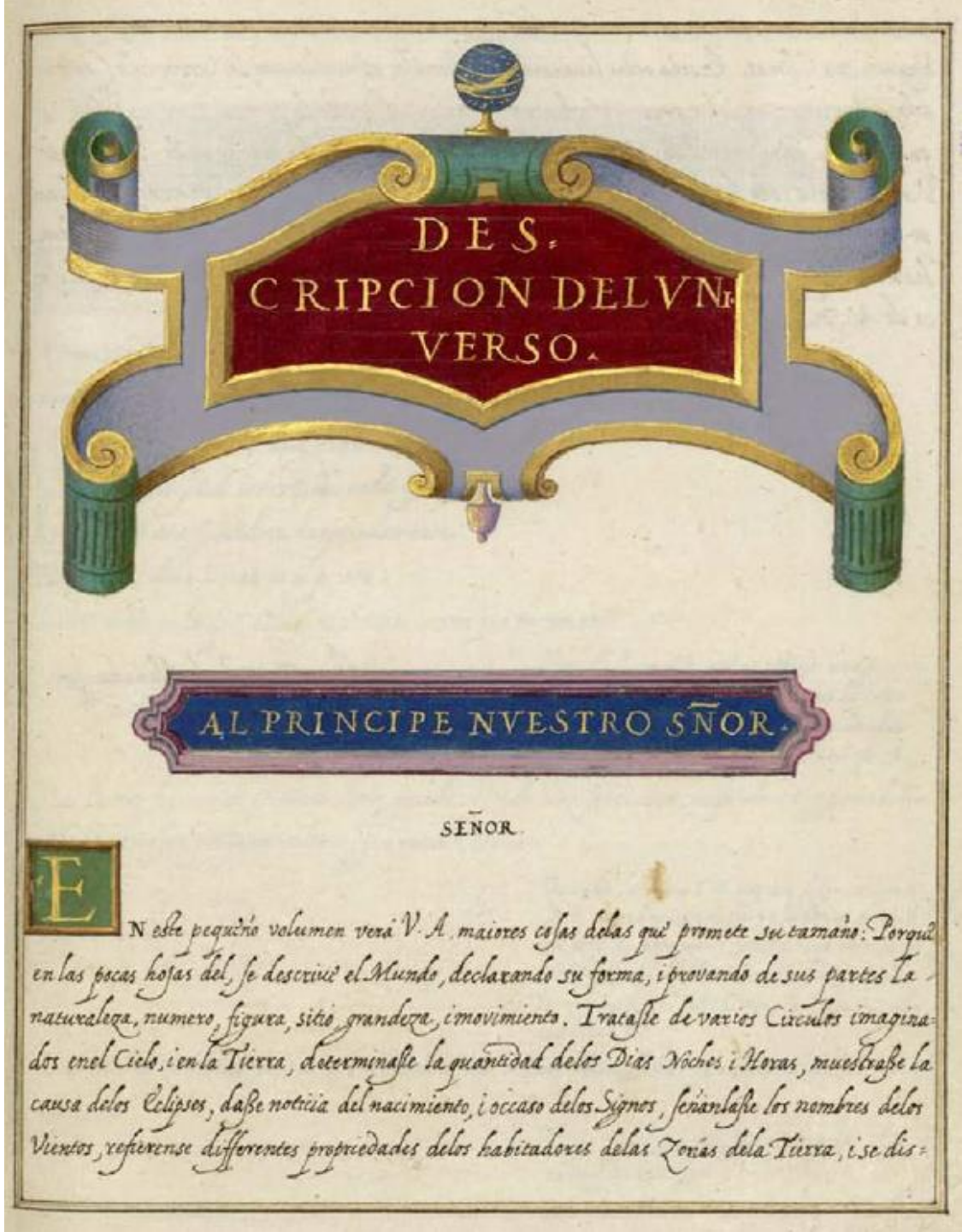
profesor de matemáticas, cosmografía, geografía y topografía, entre 1583 y 1591, recibiendo para su ejercicio 400 ducados anuales, casa de aposento y botica, como criado de la Casa real. Entre sus alumnos destacaron el futuro rey Felipe IV, Miguel de Cervantes y Lope de Vega, el cual le dedicaría después el soneto CXV. Felipe II lo nombró en 1586 ingeniero del Reino de Portugal y en 1591 Cosmógrafo real, con un salario de 40000 reales. En ese año se trasladó a Lisboa, en donde enseñó matemáticas a marinos y navegantes, recibiendo un sueldo extra de 20000 reales. Cuando accedió al trono Felipe III, en 1598, lo nombró Cronista real y tuvo que regresar a Madrid. En 1599 fue comisionado a los Países Bajos, para que escribiese la historia de la monarquía española, proporcionándole cartas de recomendación y solicitando al Archiduque Alberto que asistiera y favoreciera «a quien tan digno era de ser honrado, por su trato ejemplar y su mucho saber»; allí permanecería entre 1600 y 1601.


REGIMENTO
NAVTICO.
DE IOÃO BAPTISTA
Lauanha Coſmographo môr
de ElRey Noſſo Se-
nhor.
EM LISBOA.
Com licença do Sancto Officio, & Ordinario.
Em caſa de Simão Lopez.
1595.
Com Preuilegio Real por
dez Annos.

Entre las obras más conocidas de Lavaña figura el *Regimiento Náutico,* publicada el año 1595 en Lisboa*,* en cierto modo una prolongación del trabajo sobre las tablas solares, ya citado; en él desarrolló, con evidente sentido práctico, cuestiones tales como las siguientes: la figura del mundo, el calendario lunar eclesiástico (número áureo, epacta y letra dominical, fiestas móviles, con tablas ad hoc para el periodo 1594-1700), novilunios, mares,

declinaciones del Sol (para varios años), cálculo de la latitud (altura del polo) mediante observaciones al Sol, a ciertas estrellas fijas, entre las que destacó la estrella polar y sus guardas. Se le atribuyen también un tratado sobre gnomónica y otro sobre el astrolabio, editados en ese mismo año 1595.

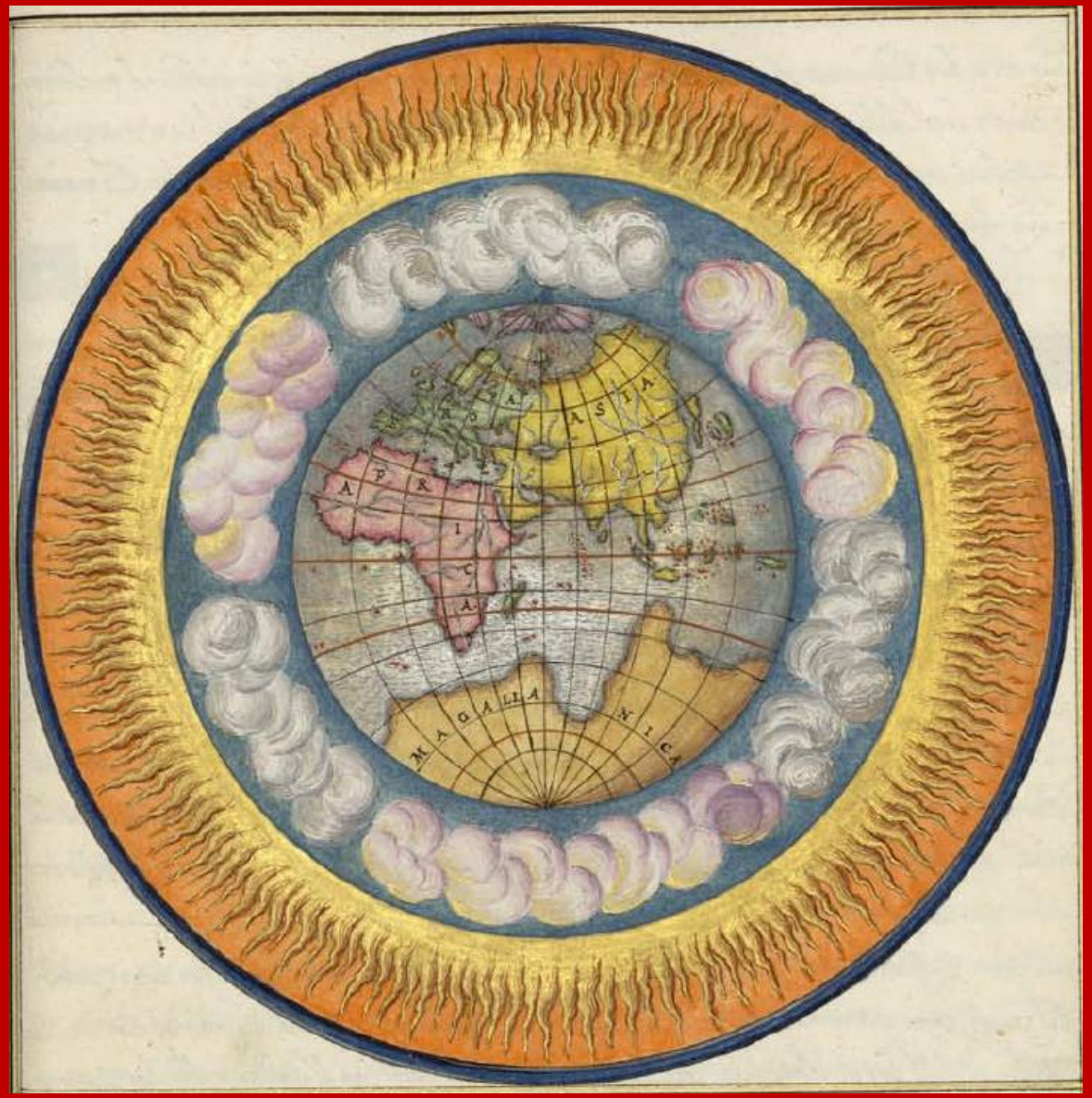
Lavaña fue también el autor de un tratado de cosmografía, al que tituló Descripción del Universo, una obra manuscrita de excepcional belleza, por su cuidada caligrafía y por las elegantes, y esclarecedoras, imágenes con que se acompaña; se conserva en la Biblioteca Nacional de España, está fechada en el año 1613 y contiene una dedicatoria al futuro Felipe IV (el Rey Planeta). Tras una breve introducción geométrica, se desarrollan con sencillez los epígrafes que a continuación se indican: Descripción del Mundo. Parte Primera (de la figura del universo), De los círculos de la esfera del mundo, División del mundo en sus partes y de la forma de la parte celeste, Del movimiento de la parte celeste, División de la parte celeste, Orden de los cielos, Tiempo de los movimientos celestes, Movimiento del Sol, División del año, De los días naturales, De los días artificiales, De las horas desiguales, Movimientos de los tres planetas inferiores y de los eclipses, De la figura de las estrellas (orto y ocaso), De



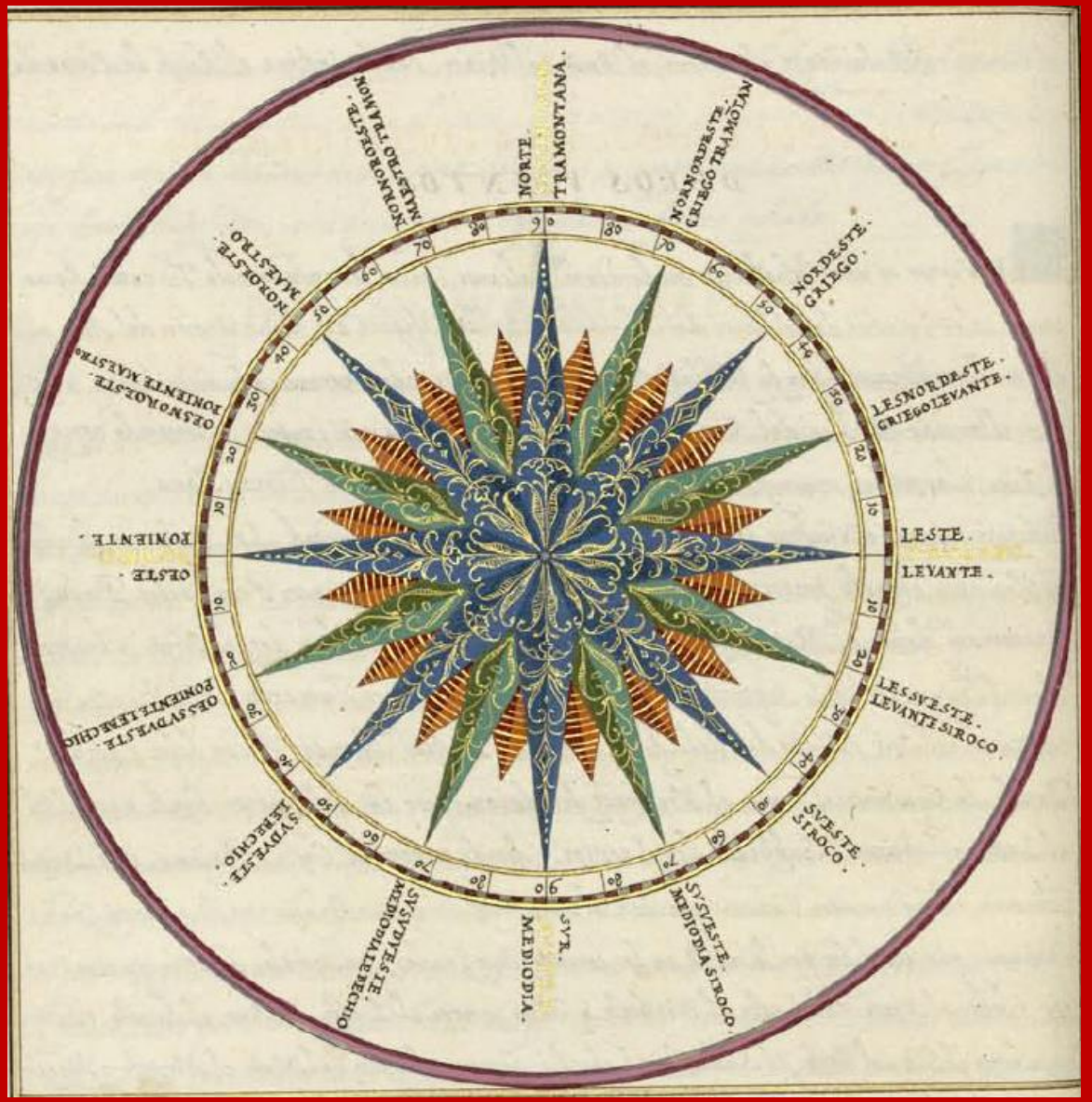
los signos del zodiaco y de la parte elemental, Del elemento del aire, De los vientos, De la figura del agua y de la tierra, Del centro y sitio de la esfera de la tierra y del agua, Está la Tierra inmóvil en el centro, De la grandeza del globo terrestre, es la grandeza de la Tierra un punto respecto del firmamento, De los círculos que en la Tierra se describen, De las zonas, Propiedades de los habitadores de la zona tostada, de los que habitan las zonas templadas, De los habitadores de las zonas frías, De otras propiedades y nombres de los habitadores de la Tierra, De los paralelos de la de la equinoccial y de la proporción que a ella tienen, De los climas.

Como en el presente contexto prima la geodesia sobre otras disciplinas, solo se hará un breve comentario referido a los epígrafes relacionados con la forma y dimensiones de la Tierra. Lavaña defendió su esfericidad con argumentos de peso, recordando el que se le atribuye a Aristóteles: «pruebale lo mismo de la sombra de los vistos en el cuerpo de la Luna, cuando ellos se interponen entre ella y el Sol, y la eclipsan, la cual sombra es siempre circular, y no puede proceder sino de cuerpo esférico». En cuanto al tamaño, comenzó asignando al grado 17.5 leguas, resultando así un perímetro de 6300 leguas para las circunferencias máximas. Acto seguido fijó los valores del diámetro y del radio de la Tierra: «y por la proporción que tiene la circunferencia con su diámetro, será el de la Tierra de dos mil y cuatro leguas, y casi media, y por tanto el semidiámetro de mil y dos leguas y casi un cuarto». Lavaña asignó al número π un valor próximo a 3.143, a finales del siglo XVII se sustituyó la legua de 17.5 al gado por de 20 al grado.

DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO



Las combinaciones posibles de las cuatro primeras cualidades, son cuatro, Caliente y Seco, que es el Fuego, Caliente y Húmedo, que es el Aire, Húmedo y Frio, que es el agua, y Frio y Seco, que es la Tierra.

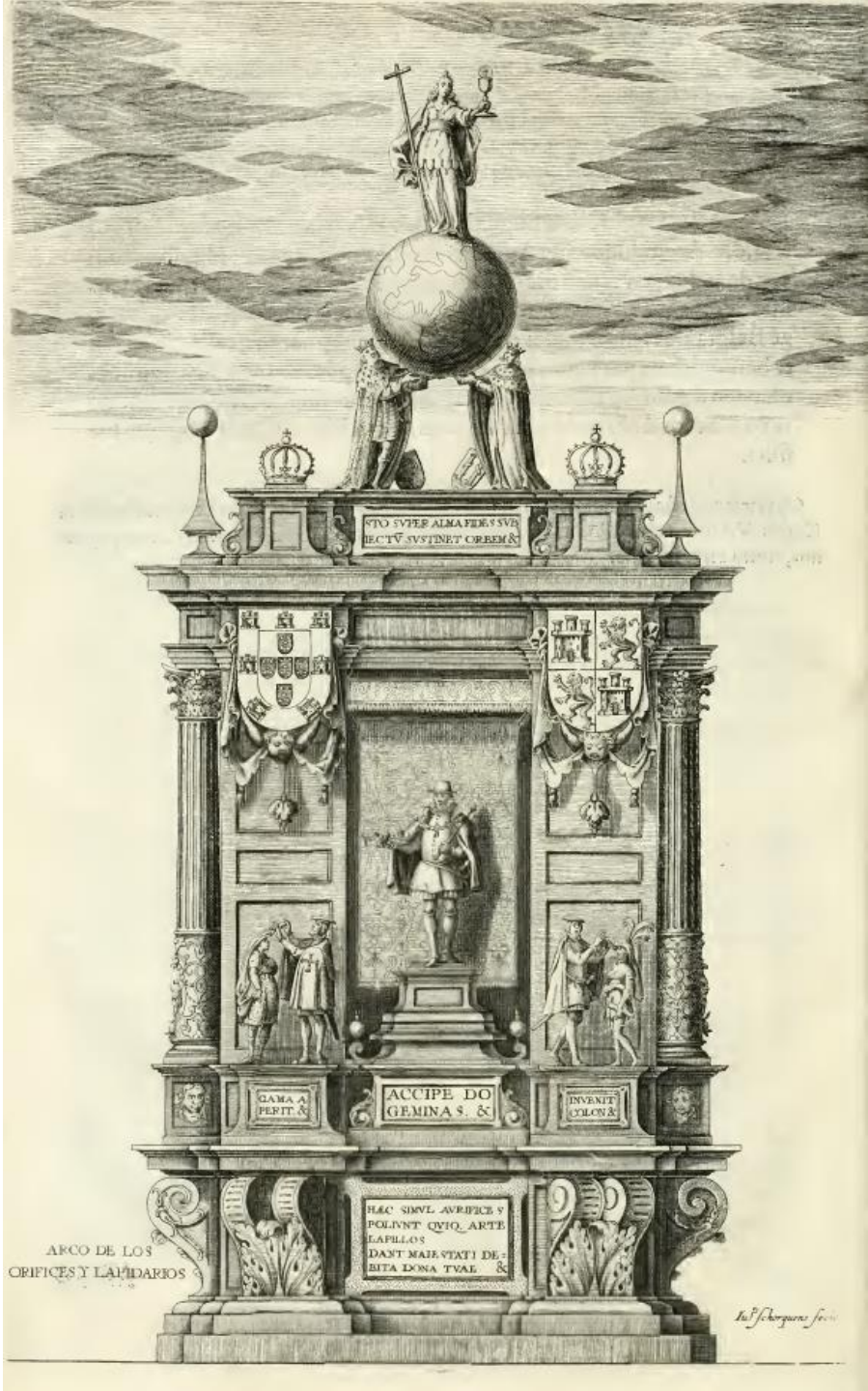


Entre estos ocho vientos Principales , se sitúan otros ocho, con que se hace el número dieciséis

Representación alegórica del rio Tajo, Jan Schorquens

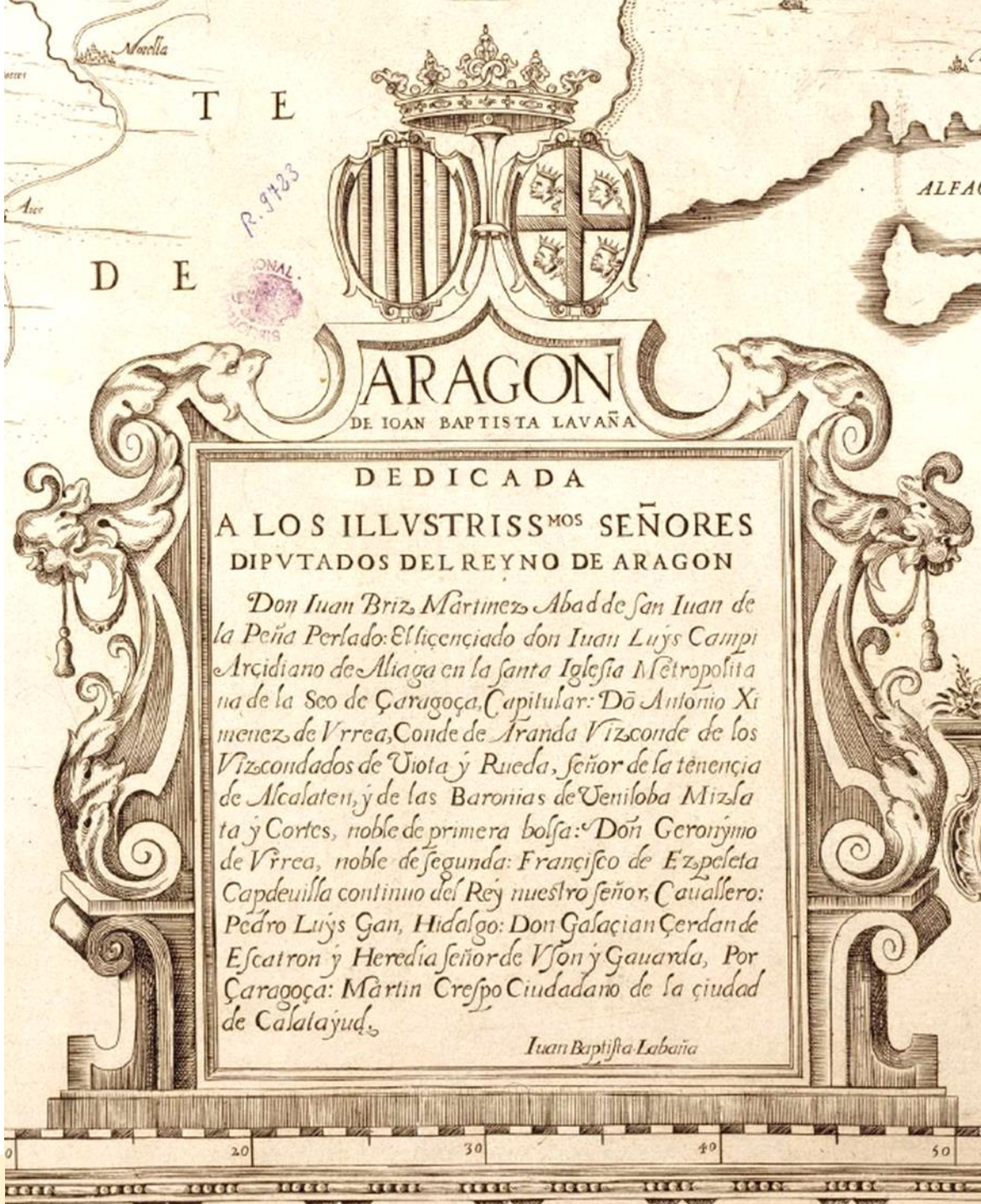
La obra cumbre de J. B. Lavaña fue, en cualquier caso, el libro que escribió dando cuenta del viaje que realizó el Rey Felipe III a Portugal en el año 1619; la crónica, publicada en español y portugués en el año 1621, se tituló: *Viage de la Cathólica Real Magestad del Rei Don Filipe III, Nuestro Señor al Reino de Portugal. I relación del solene recebimiento que en él se le hizo. Su Magestad la mandó escrivir por Ioan Baptista Lavaña*. Este relato oficial del viaje vio la luz poco después de que falleciera el Rey (Felipe II de Portugal), tal como indicaba el autor, en su dedicatoria al nuevo Rey Felipe IV: «*Agradó tanto al Rey Nuestro Señor, que está en gloria, padre de Vuestra Magestad, el triunfal aparato con que fue recebido en Lisboa que por tenelle siempre presente, me mandó lo escriviesse; i Vuestra Magestad, por la misma causa, lo estampasse como he hecho en este libro».* A modo de introducción detalló Lavaña los nombres de los nobles que integraron el séquito, una comitiva que debió ser numerosa, a tenor de lo recogido en *Chronica Nova* (19. 1991. *La Jornada de Felipe III a Portugal (1619)*. Pedro Gan Gímenez)*: «Yban 80 coches, las doce de a seis mulas y 20 carros largos, 350 carros redondos, al pie de 1000 muías de sillas, 850 acémilas de carga. Preguntando a çiertos personas de buen discurso qué tanta gente benia en la jornada, dijeron benian más de 3000 personas».* Seguidamente, se describió la entrada en cada una de las ciudades por las que pasó la comitiva real, presentándolas con una breve introducción geográfica-histórica, sin olvidar las ceremonias, discursos, decoraciones e inscripciones de los

monumentos efímeros que se levantaron a su paso. El libro se iluminó con una serie de láminas, debidas al grabador flamenco Jan Schorquens; destacando el bello frontispicio con la imagen alegórica del rio Tajo, La Desembarcación de S.M. en Lisboa y el arco conmemorativo sufragado por los Orífices y Lapidarios, el cual fue coronado por un grandioso globo terráqueo. De su relevancia da fe el hecho de que fuese reeditada en 2016, por el Boletín Oficial del Estado: *La Jornada Real de Felipe III a Portugal en 1619;* presentando en paralelo, su contenido en español y portugués.



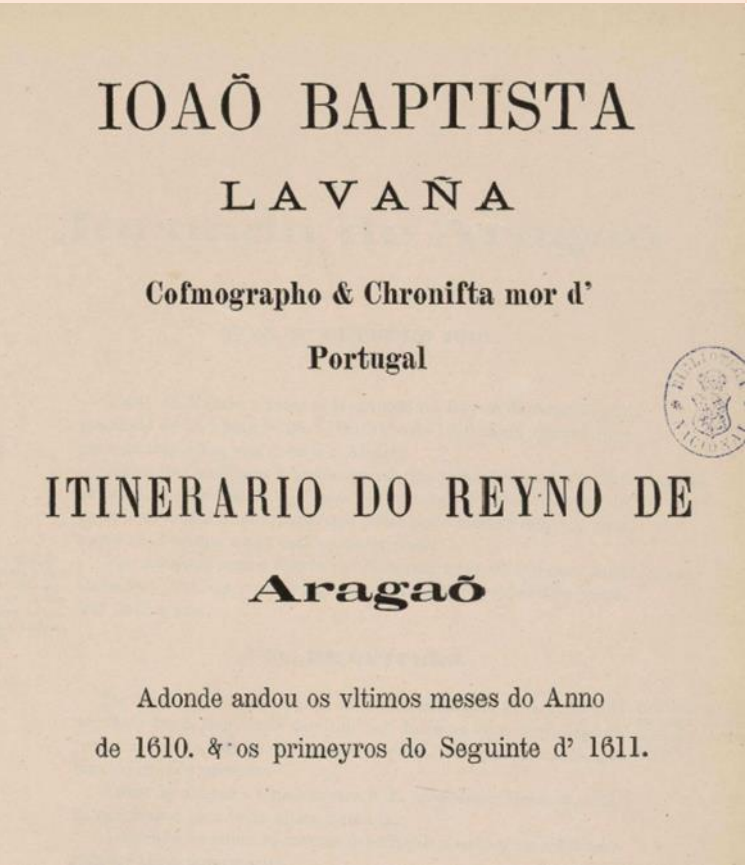
DE SEMBARCACION DE SV M EN LISBOA

Concluye este resumen, sobre los trabajos de Lavaña, como empezó, esto es, recordando su actividad cartográfica en el antiguo Reino de Aragón. El prestigio de que gozaba como profesor en la Academia de Matemáticas, bastó para que los diputados de aquel reino le propusieran en 1607, confeccionar un mapa del mismo; recabando para ello el necesario permiso del Rey. Años después, el 9 de marzo de 1610, se acordó la capitulación correspondiente, que, en palabras de Martín Fernández Navarrete, obligaba a Lavaña a trasladarse a Aragón, para «hacer una descripción y mapa de él con la mayor exactitud y perfección, a cuyo fin iría por todos los lugares, montes, valles, etc., para tomar las alturas, situarlos astronómicamente en su latitud y longitud…que en los márgenes se había de estampar la descripción histórica de Aragón hecha por su cronista Argensola: que había de entregar 150 mapas estampados y se le pagarían 2500 ducados…que había de apuntar en su libro todos los lugares con sus respectivas situaciones geográficas, y que desde luego se le había de entregar 1000 reales para su viaje y andar por Aragón, debiendo estar todo concluido en un año».



Cartela del Mapa de Aragón, con la dedicatoria a los Diputados de su Reino.

El original de tan valioso documento se conserva en la Universidad de Leiden, aunque se disponga de una edición con estudio previo publicada en el año 1895.



IOAÕ BAPTISTA

LAVAÑA

Cofmographo & Chronifta mor d'

Portugal

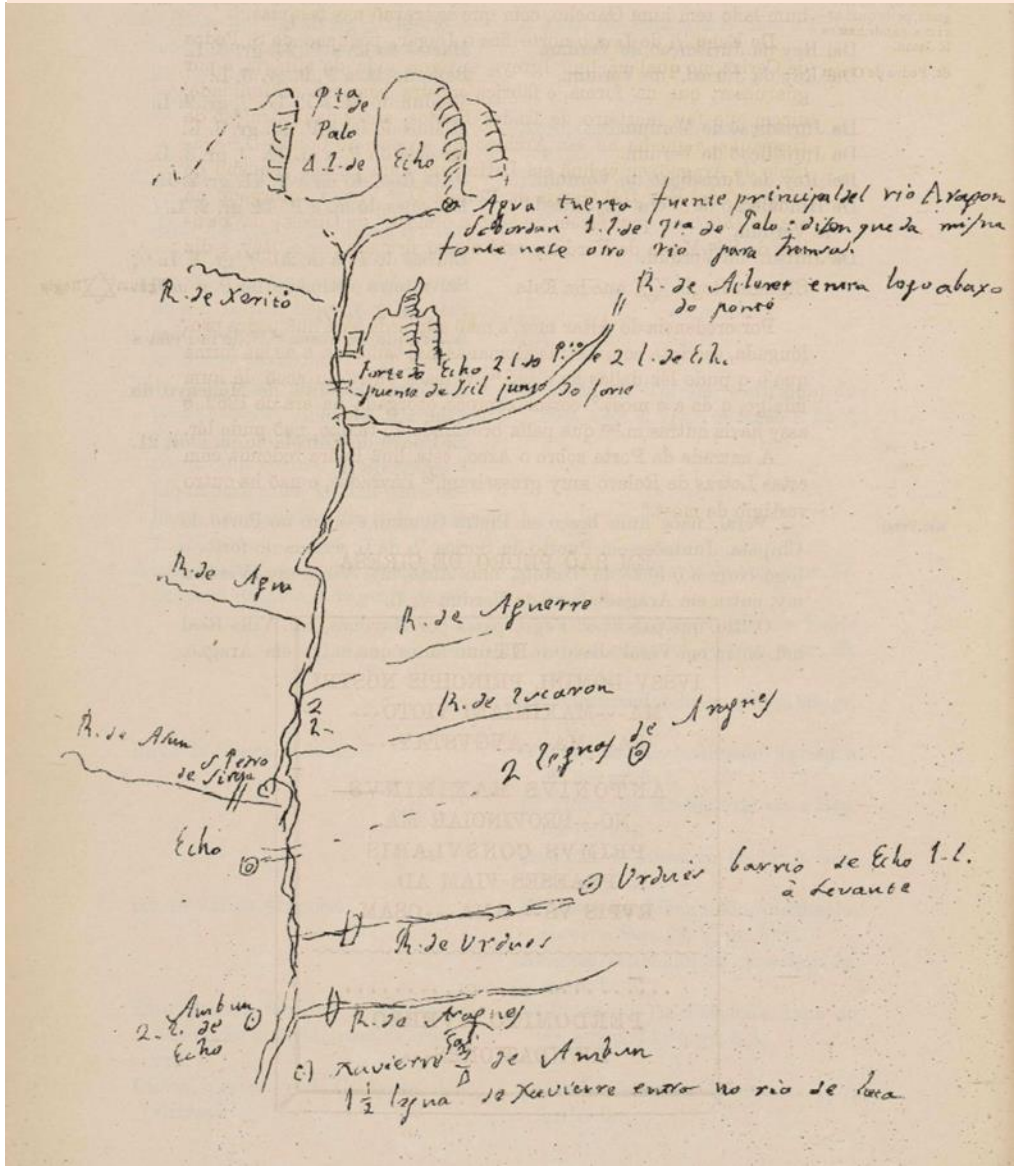
ITINERARIO DO REYNO DE

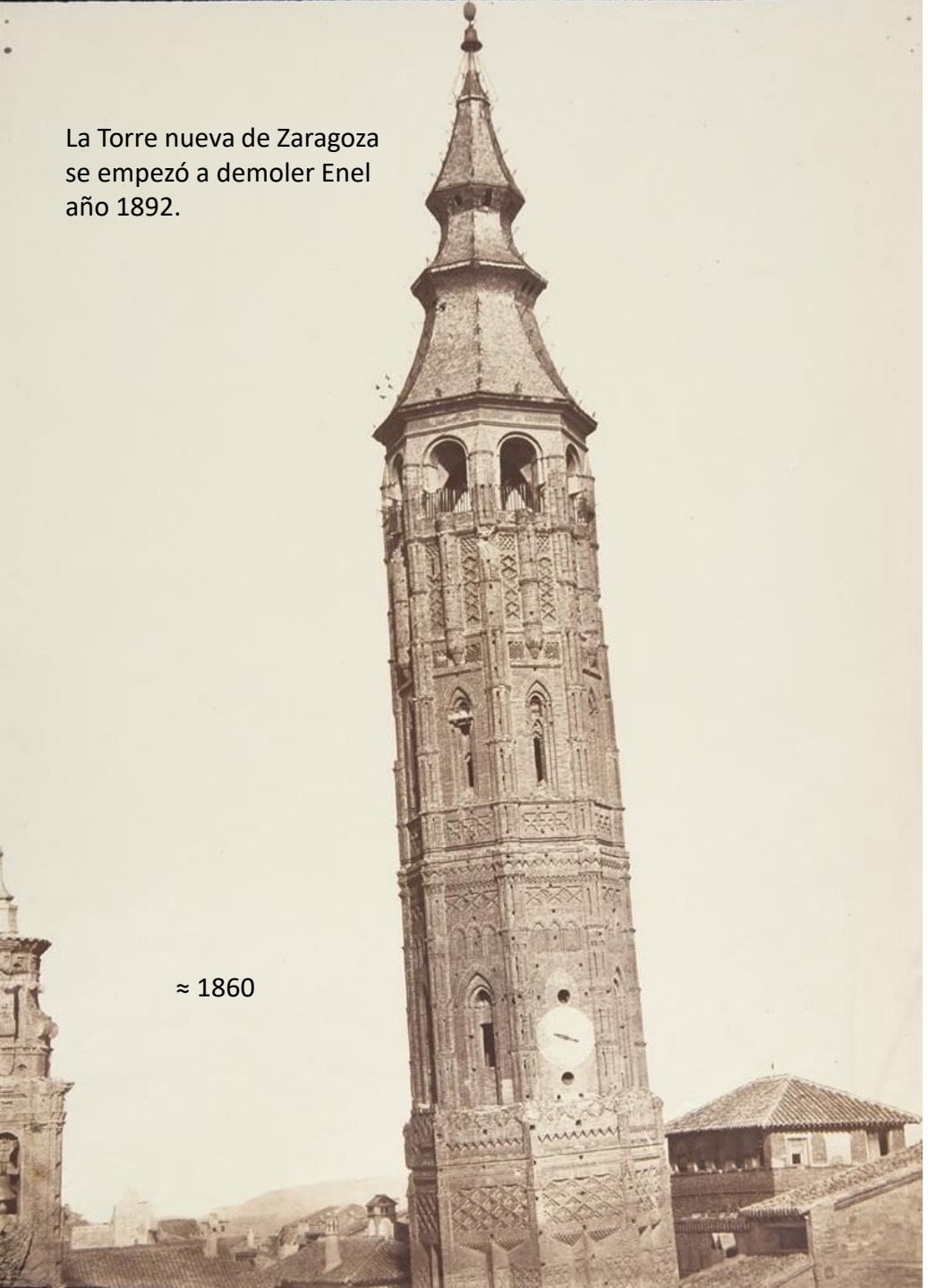
Aragaõ

Adonde andou os vltimos meses do Anno de 1610. & os primeyros do Seguinte d' 1611.

Las observaciones de campo, principalmente las medidas angulares y las descripciones geográficas del entorno de cada una de las estaciones (junto con algunos dibujos y croquis topográficos) fueron vaciados en una especie de diario de operaciones, luego denominado *Itinerario del Reino de Aragón* (*Itinerario do Reyno de Aragao, Adonde andou os últimos meses do Anno de 1610, e los primeros do Seguiente d´1611*). Gracias a él se sabe, por ejemplo, que el día 25 de octubre de 1610 se inició la expedición, cuando Lavaña abandonó Madrid para dormir en Alcalá. Las primeras distancias angulares fueron determinadas el día 8 de noviembre, desde la Torre Nueva del Reloj (en Zaragoza capital), correspondiendo a los monasterios e iglesias visibles desde ella; tales medidas se completaron con las lecturas referidas a otras localidades circundantes. La estación localizada en dicha torre fue un punto fundamental de todo el trabajo, siendo el único del que se indicaron sus coordenadas geográficas: latitud de 41º 35´y longitud de 27º 40´al

Croquis topográfico. Lugar do Anso (21.XI.1610)





La Torre nueva de Zaragoza se empezó a demoler Enel año 1892.

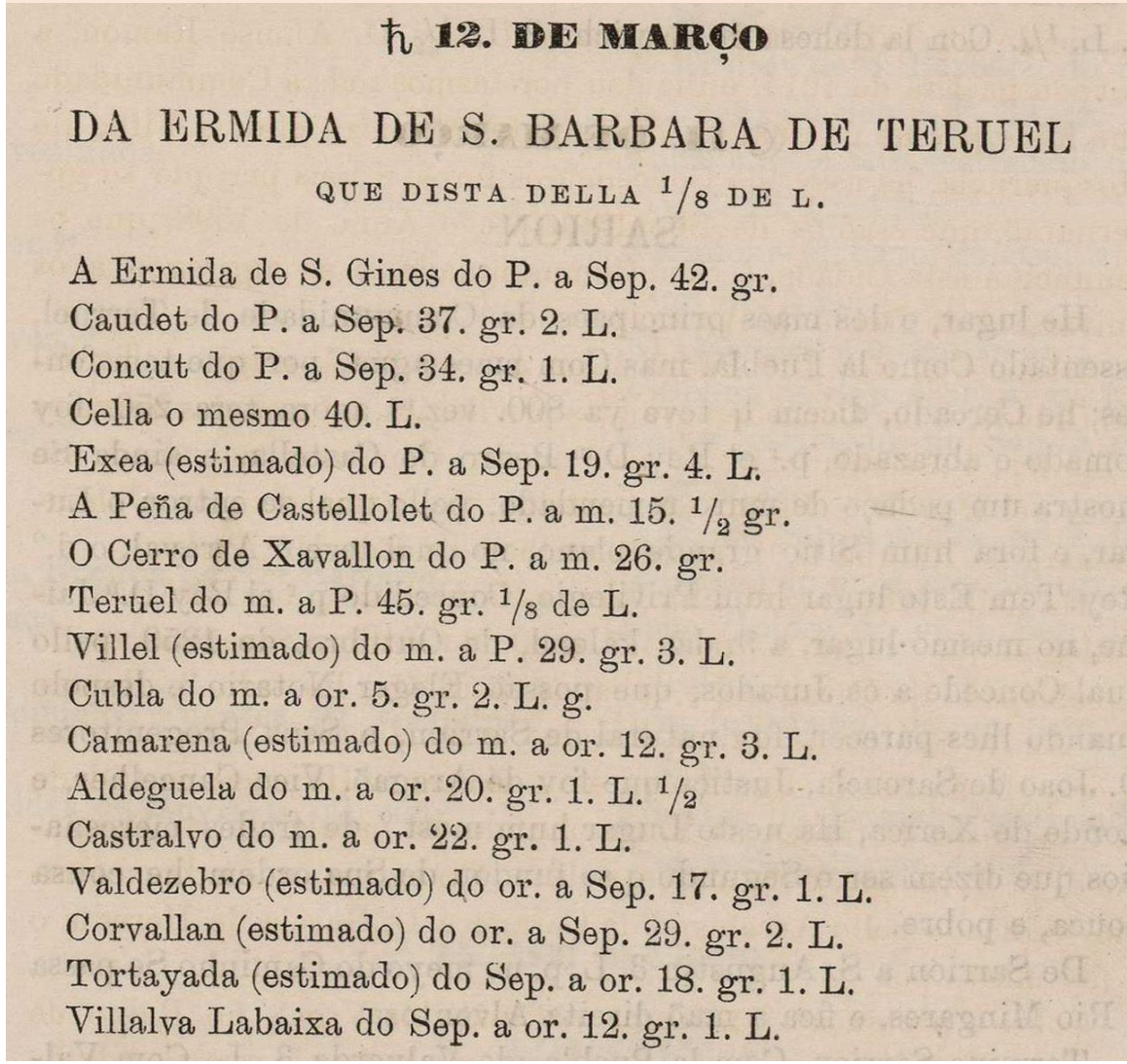
≈ 1860

Este de la Isla de Santo Antao, en Cabo Verde. Aunque se ignore el procedimiento seguido para calcular la tales coordenadas, no parece aventurado sugerir que se usara la observación del Sol (en el instante de su culminación), para determinar la primera y el de las distancias lunares para la segunda. Observaciones similares a las anteriores, vueltas de horizonte en el argot geodésico, se realizaron en una serie de localidades singulares del reino; posibilitando así las intersecciones directas (una triangulación rudimentaria si se prefiere) necesarias para situarlas posteriormente en el mapa del reino. No se sabe a ciencia cierta el goniómetro con el que se midieron los ángulos, aunque debó llevar bien señaladas las cuatro direcciones cardinales principales; la graduación del limbo debió ser en grados, a tenor de las lecturas recogidas en el itinerario.

Brújula topográfica del siglo XVII y detalle de su limbo

Otros puntos del terreno se posicionarían por medio de las coordenadas polares: rumbos y distancias, proporcionando las segundas los prácticos que acompañaron a Lavaña; en el diario aparecen citadas con los añadidos siguientes: L. p. (leguas pequeñas o cortas), L. g. (leguas grandes o largas) y L (Leguas). Lavaña, que no pudo completar su tarea, dándola por finalizada el día 16 de abril de 1611; decidiendo volver a Madrid por haberse cumplido el plazo fijado en la licencia real. Allí recibió nuevos encargos, como el de Maestro de matemáticas del príncipe de Asturias; excusándose luego ante los Diputados aragoneses por no haber podido concluir los trabajos previstos, a la vez que les hizo llegar un pliego de condiciones para solventar el problema. Los Diputados aceptaron sus excusas y se lo entregaron al que sería su sustituto: Pablo Albiniano de Rojas, un jesuita valenciano de probados conocimientos cosmográficos y matemáticos. El padre Pablo de Rojas culminó exitosamente sus trabajos entre agosto y septiembre de 1614, ya que el propio Lavaña así lo hizo saber en su carta del 2 de diciembre de ese mismo año, al afirmar que la nueva descripción de los Pirineos «estaba hecha con la perfección y suficiencia propia de aquel comisionado, y que con ella acabaría el mapa con la brevedad posible, aunque ocupado con la impresión de un libro que S. M. había mandado estampar, y en las lecciones del príncipe de Asturias». El 15 de septiembre de 1615 ya anunció que lo había terminado y que pensaba

Vuelta de horizonte en Teruel



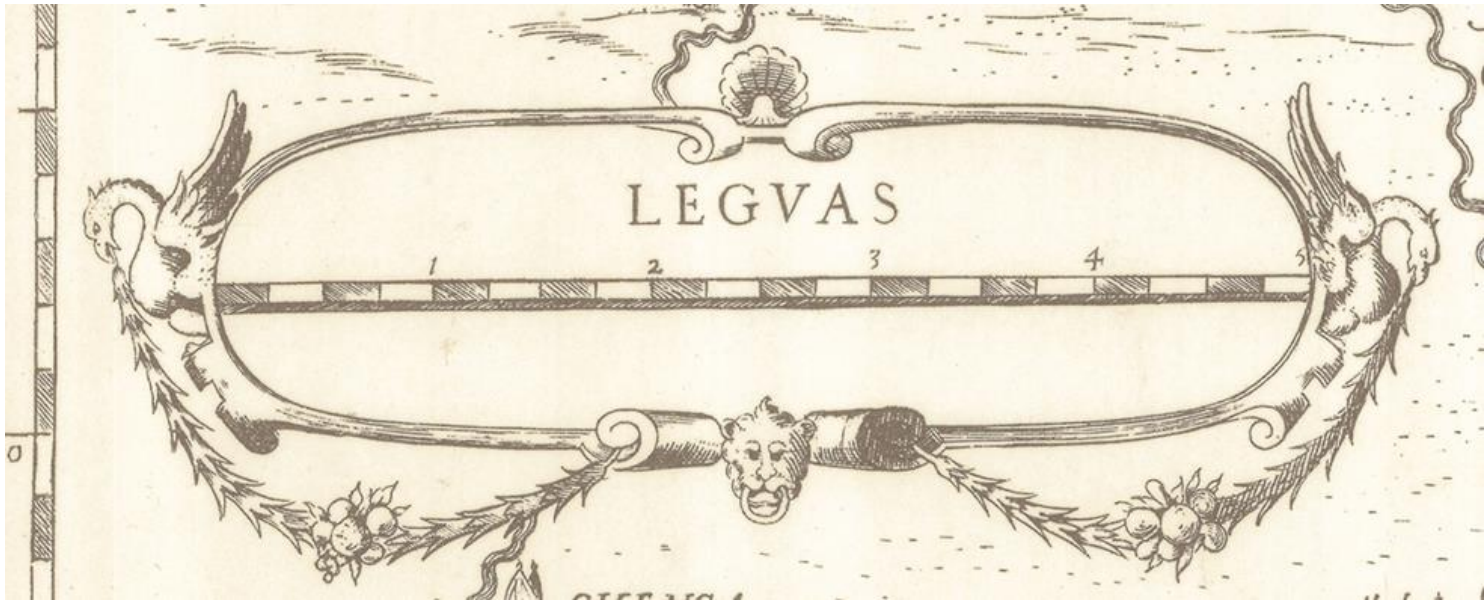
ħ 12. DE MARÇO

DA ERMIDA DE S. BARBARA DE TERUEL

QUE DISTA DELLA 1/8 DE L.

A Ermida de S. Gines do P. a Sep. 42. gr.
Caudet do P. a Sep. 37. gr. 2. L.
Concut do P. a Sep. 34. gr. 1. L.
Cella o mesmo 40. L.
Exea (estimado) do P. a Sep. 19. gr. 4. L.
A Peña de Castellolet do P. a m. 15. 1/2 gr.
O Cerro de Xavallon do P. a m. 26. gr.
Teruel do m. a P. 45. gr. 1/8 de L.
Villel (estimado) do m. a P. 29. gr. 3. L.
Cubla do m. a or. 5. gr. 2. L. g.
Camarena (estimado) do m. a or. 12. gr. 3. L.
Aldeguela do m. a or. 20. gr. 1. L. 1/2
Castralvo do m. a or. 22. gr. 1. L.
Valdezebro (estimado) do or. a Sep. 17. gr. 1. L.
Corvallan (estimado) do or. a Sep. 29. gr. 2. L.
Tortayada (estimado) do Sep. a or. 18. gr. 1. L.
Villalva Labaixa do Sep. a or. 12. gr. 1. L.

«tratar de su estampa» en Madrid. Lavaña lo remitió a los diputados el 25 de diciembre con un escrito en el que, con exagerada afectación, se refería a su fiabilidad: «por haberse tomado todas las distancias de los lugares, y sus latitudes y longitudes con instrumentos matemáticos no usados ordinariamente». Tras corregir las reclamaciones que le formularon los diputados, les volvió a escribir el 2 de abril de 1616, solicitándole el montante necesario para «sacar las estampas».

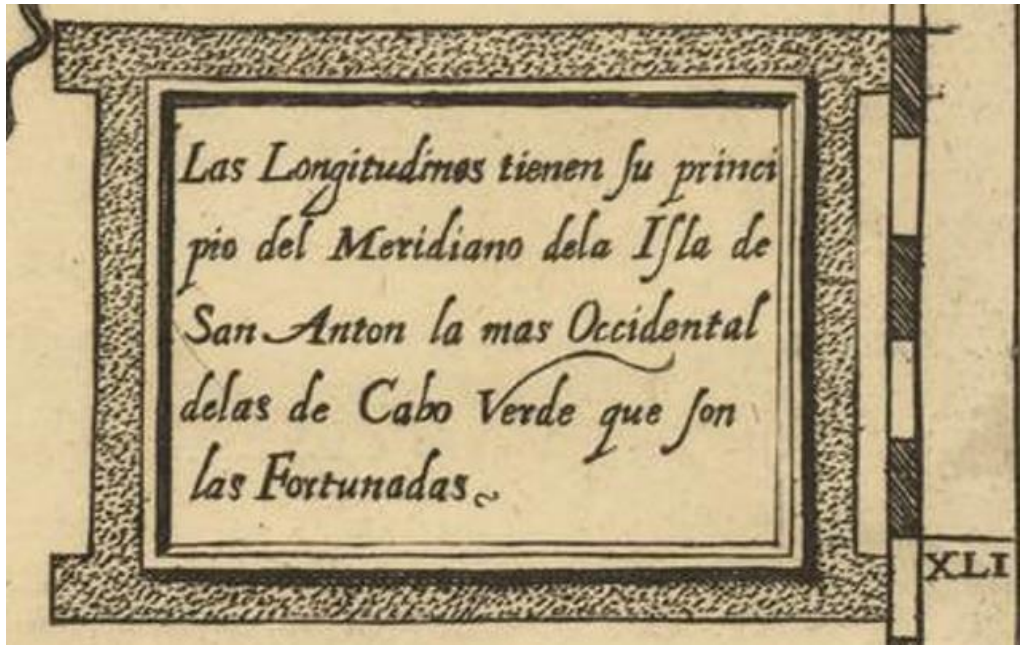


Para dibujar el mapa, usaría como origen del mismo la imagen puntual de la estación localizada en la Torre nueva, usando la regla y el transportador para ir trazando las direcciones identificadas desde cada una de las 1120 estaciones en las que hizo sus observaciones. La escala empleada la representaría después en el mapa, mediante un pitipié de 11.1 cm, correspondiente a un segmento de cinco leguas de 17.5 en el grado; aunque no tenga demasiado sentido hablar de escala numérica, en este tipo de representaciones cartográficas, puede considerarse equivalente a una aproximada de 1/286000 (supuesta una tierra esférica de 6371 km de radio). En el mapa se abrió una ventana para indicar el meridiano que se había elegido como origen de las longitudes y otra, con el nombre de *Advertencia*s, para indicar algunos de los signos convencionales que se habían empleado en el dibujo: «Las ciudades están señaladas con letras verticales. La Metropolitana con Cruz. Las Episcopales con Mitra. Las Abadías con Báculo, i las Villas con letras mayores. Los confines de los Reynos se señalan con puntos doblados, i los Obispados con Sencillos». La red hidrográfica está muy

Alerri
Banastas
Chimillas
Guerrios
Vanariés
N.Sª de Loreto
Quisena
HVESCA
Pompinillo
Molinos
Pompien
Las Casas

Caudet
Villalua la baxa
Concud
Tortasada
Goruallan
Valdezebro
TERVEL
Los Form
Villastar
R. Guadalauiar
Aldeguela
Castraluo
Lapuebla de Valuera
Villel

El Castellar
S. Mathes
La casa de las Salinas
Torres
Peraman
La soyosa
Pinseque
Sobradiel
Vª Nueua de Gallego
Peñaflor
Las Casetas
Vteua
Alfocea
Aula Dei
Mcalbarba
Iuslibol
La Coscolleta
ÇARAGOÇA
Villa Maior
Cerdan
La puebla de Alfinden
La Venta del Palomar
Lamuela
Quarte
Pastriz
Sta Fee
Caderete
El Burgo
Nuez
Maria
Botorrita
Torrezilla
Mocota
Fuentes



conseguida, destacando la imagen transversal del Ebro, acompañada de sus afluentes mayores y menores. La representación del relieve no se aleja de la tradición impuesta por los perfiles abatidos. En cuanto a la información toponímica, presenta una densidad suficiente y caligrafía legible (con letra itálica y romanilla), identificando las sierras y valles principales, así como los pagos más relevantes. El campo del mapa estuvo limitado por un marco rectangular graduado que simula los meridianos y los paralelos, incluyendo en los centros de sus lados los nombres de los cuatro puntos cardinales.

El mapa se compuso finalmente de seis hojas, impresas entre 1619 y 1620, las cuales habían sido grabadas por el flamenco Diego de Astor dos años atrás. Siglo y medio después, actualizó el mapa Tomás Fermín de Lezaún y Tornos,

Lupercio Leonardo de Argansola

incluyendo como información marginal una *Declaración Sumaria de la Historia de Aragón para inteligencia del Mapa*; la cual fue expuesta en sendas columnas, la del oeste con el texto que había escrito en su tiempo el oscense Lupercio Leonardo de Argansola, nombrado Cronista mayor de la Corona de Aragón por Felipe II, y la del este, en la que el propio autor explicó la gestación del mapa de Lavaña y el proceso seguido en su actualización: «Para el desempeño de esta obra se pidieron informes a los Cavalleros Corregidores del reyno, y otras muchas personas, y se han tenido presentes varios mapas; muchas veredas y noticias de las distancias de los pueblos hechas en diferentes tiempos; relaciones de la dirección general de correos del reyno; resumen de todos los pueblos pertenecientes a las respectivas diócesis que hay en él con toda distinción…Con presencia de tales documentos que, no registrándose ocularmente el terreno, no pueden hallarse otros, ni más exactos, ni menos expuestos a equivocaciones, se han señalado los trece corregimientos en que por real orden se distribuyó el reyno a principios de este siglo…Aunque varios Pueblos señalados en el mapa por Labaña se desertaron después por la expulsión de los Moriscos, peste que afligió a muchos en el siglo anterior, guerras del mismo y del presente, u otras causas, no se ha tenido por conveniente excluirlos de la carta geográfica, porque casi todos subsisten reducidos a pequeños caseríos, ventas o pardinas». Después de otras consideraciones, concluyó esta segunda columna con el párrafo y firma que se transcribe a continuación: « Finalmente ofrezco el Mapa de Labaña del todo completo, pues a mas de las ilustraciones que quedan referidas, apenas hay casa principal habitada en el reyno que no esté señalada a mi presencia; explicados muchos ríos con sus verdaderos nombres que se omitieron en su formación, y añadidos varios arroyos; aumentadas trescientas veinte y seis poblaciones; corregidas ciento veinte y dos; cuyos nombres estaban equivocados, o son distintos de los que antes tenían, y algunas colocadas en su verdadera situación. Zaragoza 11 de diciembre de 1777.

Thomàs Fermin de Lezaun.

122x 97 cm

Biblioteca Nacional de España. Estampación de las planchas originales de Lavaña (1619), aunque la información marginal se añadió en los últimos años del siglo XVII por el tipógrafo aragonés Pascual Bueno.

Biblioteca Nacional de Francia. Composición de las seis hojas del Mapa de Lavaña. 1622. En la parte inferio derecha lleva la leyenda: *Diego de Astor Fecit*

Mapa del Reino de Aragón, revisado y actualizado por Tomás Fermín de Lezaún y Tornos . 1777

Ventana abierta junto a la cartela del mapa, en la que el autor de su puesta al día señala que se decidió retocarlo en el año 1761.

Raimundo Lulio (ca. 1232-1316)

Mallorquín universal, filósofo, viajero y misionero convencido, que escribió el Árbol de la Ciencia (Arbor scientiae), una de sus obras más conocida. Nació el personaje en una familia acomodada que, procedente de Barcelona, se trasladó a Mallorca cuando fue conquistada a los musulmanes por el rey Jaime I de Aragón . Muchos son los nombres con los que es referido: Ramón, Raymon, Raimundo, con otros tantos apellidos: Lull, Llull, Lulio; aunque en su tiempo fuese referido como *Arabicus Christianus*, *Doctor inspiratus* o *Doctor iluminatus*. En su formación debieron influir las tres culturas que coexistían en la isla: cristiana, judía y musulmana. Su juventud parece que fue un tanto disoluta hasta que contrajo matrimonio en 1257 y tuvo dos hijos, ocupando por entonces el puesto de senescal del futuro rey Jaime II. M. Menéndez Pelayo escribió a ese propósito: « Así y todo, la vida de Raimundo queda más poética que la de otro filósofo alguno, puesto que no se pasó en la lobreguez de las aulas, ni en el silencio del claustro o de apartada estancia, sino que se esparció y derramó por el campo de la acción, como verdadera vida, no de

contemplador estéril, sino de misionero y propagandista cristiano, y (digámoslo así) de caballero andante del pensamiento» (discurso leído el 1 de mayo de 1884 en el Instituto de las Baleares). El caso es que cuando sus hijos eran aún muy pequeños, R. Lulio decidió cambiar radicalmente de vida, para ello abandonó a su familia para dedicarse exclusivamente al estudio de las estudiaría ciencias, filosofía, latín y árabe (compró un esclavo para que se lo enseñara); ingresando al final en un monasterio cisterciense. Tres pensamientos presidieron su nueva vida: la cruzada a Tierra Santa, la predicación del Evangelio a judíos y musulmanes, y la elaboración de un método científico que pudiese demostrar racionalmente las verdades de la Religión, para convencer a los que vivían fuera de ella.

Santuario de Nuestra Señora de Cura, complejo religioso e la Isla de Mallorca; en ese lugar vivió como ermitaño R. Lulio y preparó algunos de sus trabajos

Mientras meditaba en la colina de Cura, consiguió R. Lulio que, el ya rey, Jaime II de Mallorca crease un colegio de lenguas orientales en Miramar, para que los futuros misioneros pudiesen convertir a los sarracenos. Años después viajó a Roma para solicitar el permiso del Papa Nicolás III y poder predicar así en África y en Tierra Santa. De vuelta en Europa enseñó en Montpelier y en la Universidad de París (1297-1299), en donde había sido habilitado para ello en el año 1286. Tras visitar Chipre, Armenia y Malta, se trasladó de nuevo a Italia con proponiendo al Papa la realización de cruzadas, propuesta que no fue atendida. En el año 1309 es autorizado por la citada universidad para

explicar públicamente su doctrina, contraria a la que defendían los partidarios de Averrores. Menéndez Pelayo dejó escrito que en 1311 asistió al Concilio de Viena con la intención de que se fundaran colegios de lenguas semíticas, se unificaran las órdenes militares, se retomara la guerra santa y se enseñara su doctrina en todas las universidades. De todas sus peticiones solo se aceptó la primera y «de las otras se hizo poca cuenta. Perdida por Lulio toda esperanza de que le ayudasen los poderosos de la tierra, aunque el Rey de Sicilia, Don Fadrique, se le mostraba propicio, y determinado a trabajar por su cuenta en la conversión de los mahometanos, se embarcó en Palma el 14 de agosto de 1314 con rumbo a Bugía, y allí alcanzó la corona del martirio, siendo apedreado por los infieles. Dos mercaderes genoveses le recogieron expirante, y trasladaron su cuerpo a Mallorca, donde fue recibido con veneración religiosa por los jurados de la ciudad, y sepultado en la sacristía del convento de San Francisco de Asís».

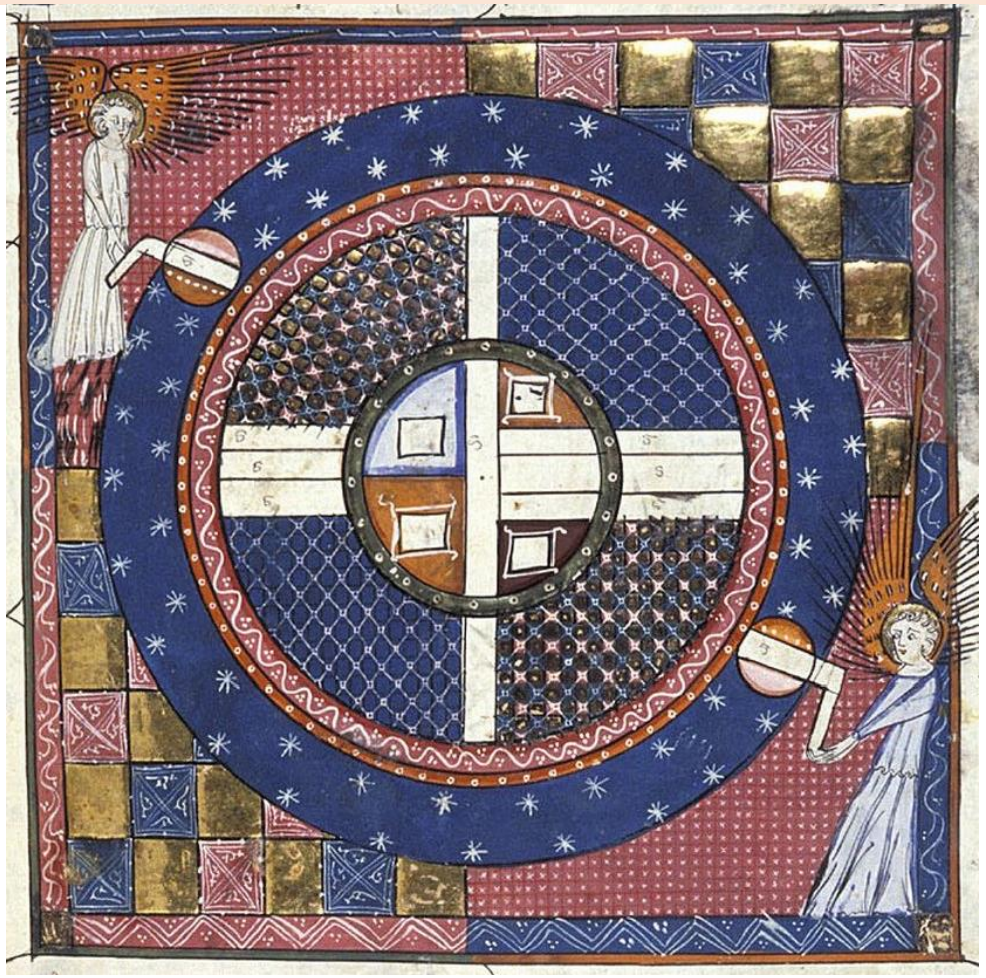
"E enaixí [Y así]com havem un Dèu, un creador, un senyor, haguéssem una fe, una lig, una secta, e una manera en amar e honrar Déu, e fossem amadors e ayudadors los uns dels altres, e enfre nós no fos nulla diferencia ni contrarietat de fe ni de costumes." *Libro del gentil e los tres savis*, 4.

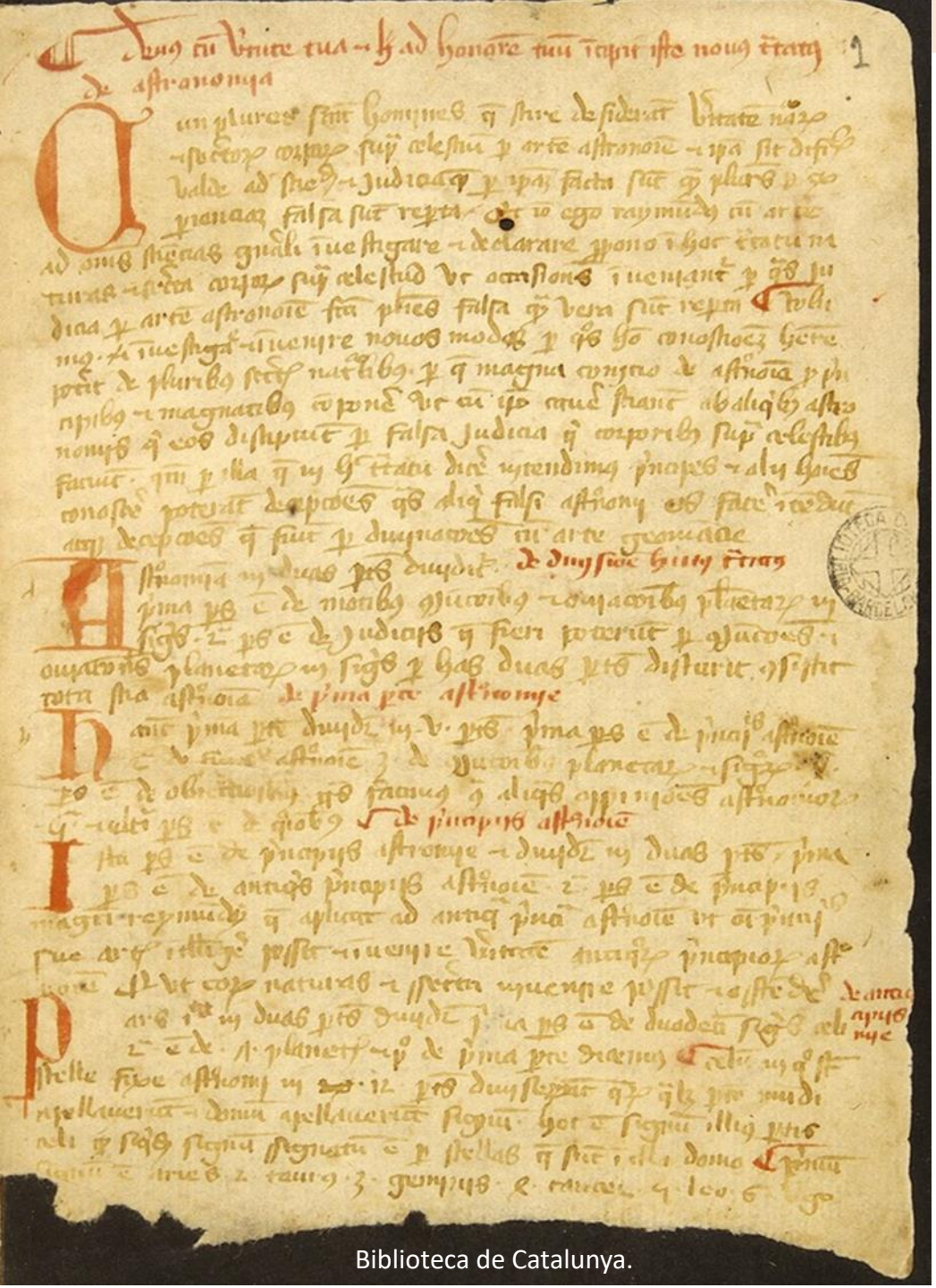
Breviculum ex artibus Raimundi Lulli electum

Ejército de Lulio contra la torre de la falsedad y la ignorancia. Siglo XIV

En ocasiones se refiere el pensamiento de R. Lulio como enciclopédico, aunque en las ciencias naturales y físicas mostrase conocimientos deslavazados, aislados y recogidos en varias de sus obras; habida cuenta que centró más su atención en la filosofía escolástica, contagiada por su marcado misticismo. De acuerdo con Fernando Weyler y Laviña, estudioso de los trabajos de Lulio, podían clasificarse estos en dos grandes clases. *Ciencias cosmológicas* (escritos probables, exactos o demostrables, como pertenecientes al mundo material) y *Ciencias noológicas* o del pensamiento, que comprenden tratados filosóficos, políticos, jurídicos, teológicos, ascéticos, morales etc. Influenciado en parte por la filosofía griega, abordó Lillo el estudio del *Caos* o composición del universo, creyendo que se trataba del «primer cuerpo existente, estando constituido por la primera forma y la primera materia. Es la confusa mezcla elemental, formando un cuerpo redondo y esférico, construido en partes redondas…Es inmóvil por la confusión que en él se encuentra y porque sus partes son continuas y unas se contienen en otras». Al tratar de la primera materia, a veces la consideraba dividida en cinco partes, correspondiendo las cuatro primeras a los elementos clásicos y la otra al firmamento, al que suponía más sutil, lúcido, noble y pulcro, por cuya razón debería ser incorruptible. A tales sustancias, Dios les comunicó el movimiento propio, «como lo dio al Orbe o al Universo, en cuyo movimiento y apetito pueden moverse dentro y fuera de sí, regulares empero, por la Inteligencia, que son los ángeles encargados por Dios del gobierno de los Orbes celeste y elemental».

Los ángeles moviendo la esfera de las fijas y por ende a todas las demas.





Biblioteca de Catalunya.

Cubierta Tratado de Astronomía: *Deus cum virtute lua et ad honorein timni incipit iste novus de astronomia.*

R. Lulio fue desde luego un autor prolífico y polifacético, al que se le considera responsable de numerosas obras (en torno a 267) escritas principalmente en latín y catalán, dada su preocupación por la difusión de las mismas. Tras haber resumido sus comentarios sobre el Caos, parece obligado hacer otro tanto con su tratado Nuevo de astronomía (*Tractatus novus de astronomia*), escrito en París en el año 1297, aunque también lo hiciera en catalán con el título *Tractat d´astronomia*. El manuscrito original no se iluminó con las figuras humanas qué si lo hacen en otros de sus trabajos, si bien en copias posteriores se incorporaron un conjunto misceláneo formado por notas astrológicas de otros autores, acompañadas de figuras muy llamativas. Para Lulio, la astronomía era la cantidad continua móvil, o influencia celeste. Su fin, conocer las virtudes y movimientos que tiene el cielo efectivamente en los inferiores. No obstante, al definir las matemáticas, parece como si pensara que la astronomía era parte de ellas: «ciencia de las cosas naturales consideradas en cantidad, tiene cuatro partes, geometría, astrología, aritmética y música. La astrología es la cantidad de los móviles en el cuerpo celeste. Música es el número referido al son». En el preámbulo de la obra comentó Lulio que estaba destinada a satisfacer la curiosidad de los hombres que deseaban saber la verdad, naturaleza y secretos

de los cuerpos celestes, para que de ese constataran además la falsedad de las enseñanzas de los malos astrónomos; «y en particular para que príncipes y magistrados no saliesen engañados por las adivinaciones geománticas». La obra la dividió en dos partes, una centrada en la descripción del movimiento y conjunciones de los planetas , y otra puramente especulativa relacionada con la supuesta interdependencia con los signos del zodiaco. Esa primera parte la subdividió en los cinco apartados que se indican: I) Principios astronómicos, II) Figuras astronómicas, III) Conjunciones de planetas y signos, IV) Objeciones a ciertas opiniones y V) Cuestiones al respecto. En el primer apartado recordó las hipótesis clásicas, explicándolas de acuerdo con su nueva filosofía, exponiendo al comienzo lo relativo a los doce signos de la banda zodiacal, para continuar después con el estudio de los siete planetas. El orden elegido para ir presentando a los planetas fue el siguiente: Saturno, Júpiter, Marte, Sol, Luna, Venus y Mercurio.

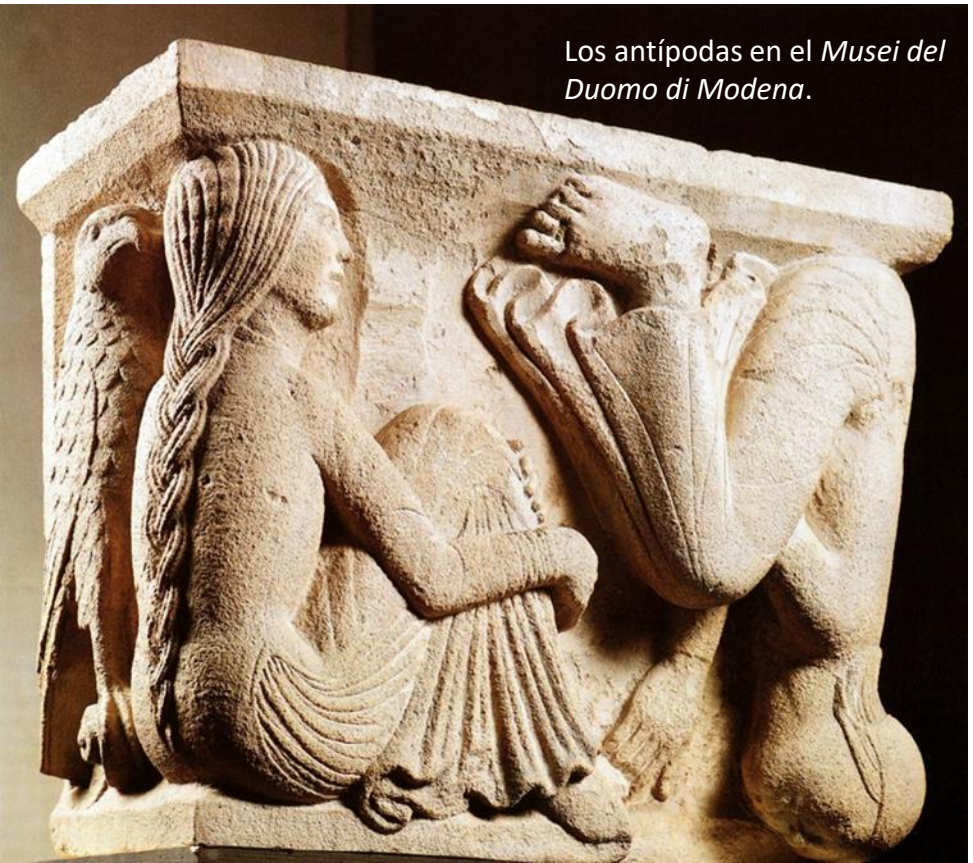
«*Saturno*: Es de la complexión de la Tierra…, es masculino, diurno y malo; tiene por representante el plomo y el sábado. Es señor del Capricornio y Acuario; hace su curso en treinta años, así como el Sol en uno. *Júpiter*: Es de la complexión del aire que es

Los signos del zodiaco en el *Tratado de Astronomía*

Los elementos y los planetas en el *Tratado de Astronomía*

húmedo, cálido y bueno y tiene el estaño. Su curso es de doce años. Es señor del Sagitario y Piscis, y le corresponde el jueves, es masculino y diurno. *Marte*: Es de complexión del fuego, cálido y seco, masculino y malo, le corresponde el hierro y el martes; camina doce años y es señor de Aries y Escorpio. *Sol*: Es cálido y seco, tiene complexión masculina y es diurno; tiene el oro y el domingo, y es mediano, esto es bueno por el calor, y malo por la sequedad; porque aquel genera y esta corrompe. Es señor del León y anda su camino en un año. Es la mayor estrella del cielo, y por eso tiene más poder en el fuego que otro, y porque tiene el día, que es mejor que la noche, alegra, y consume vapores nocturnos. *Venus*: Es de complexión de agua fría y húmeda; es femenina y nocturna, tiene la plata y el viernes. Es buena porque templa la malicia de Saturno y de Marte. Es vecina del Sol, y señora del Acuario e influye en las fuentes y ríos…promueve la lujuria, las poluciones y los diluvios. *Mercurio*: Planeta mediocre, representa el azogue y el miércoles. Es masculino y diurno, señor de Géminis y Virgo; con Venus hace su carrera en un año y por su vecindad con la luna, es cálido y seco. *Luna*: De complexión de agua, es fria y húmeda, es buena y mala, femenina y nocturna, tiene la plata y el lunes; señora del Cáncer, hace su camino en 27 días y 8 horas. Es buena y mala por la marea, que la sube…La luna nueva es mala, la vieja buena…influye en el sueño y en la tos».

F. Weyler y Laviña, afirmaba en su obra Raimundo Lulio, juzgado por si mismo que sus conocimientos astronómicos eran simples abstracciones y combinaciones astrológico-metafísicas que nada tenían que ver con la verdadera ciencia astronómica: «En efecto, Lulio, no habla de las estrellas y sus constelaciones, ni de la distancia de los astros entre sí, ni de los diámetros del Sol y de la Luna, ni de los equinoccios, solsticios, meridianos, latitudes, longitudes, eclipses, etc. y en una palabra, de cuanto corresponde a la verdadera Astronomía. Queda pues comprobado, qué si conocía los rudimentos de la ciencia, no los demostró por escrito; y que por lo tanto, no debe ser contado entre los astrónomos, pues aún en lo poco que se pues aún en lo poco que se refiere a la ciencia, prescinde de las explicaciones físicas y matemáticas que entonces se admitían».



Los antípodas en el *Musei del Duomo di Modena*.

Las carencias de Lulio se dejan sentir igualmente en el ámbito geográfico, aunque al parecer estuviera convencido de la esfericidad de la Tierra; no en vano defendió la existencia de los antípodas, al tratar de ello en su obra titulada *Contemplatione*: « Cuando mi alma imagina la superficie de la tierra que está debajo de nosotros, parece a mí inteligencia y a mi razón, que todas las piedras y aguas que están en su superficie, deben caer hacia abajo, y me parece posible que caigan, e imposible que no caigan; pero en oposición a esta posibilidad e imposibilidad, parecería a los hombres que estuviesen en la misma superficie de la tierra, que está debajo de nosotros, porque a ellos les parecería, que nosotros y las piedras y aguas tenderíamos hacia arriba, porque arriba a ellos les parecería debajo, porque tendrían sus pies en la rectitud de los nuestros».

Aunque R. Lulio no escribiera una obra que pudiera encuadrarse en el campo de la física, si reflexionó sobre algunas de las cuestiones que e son propias; una de ellas fue el magnetismo, al que se refirión en varias ocasiones. Para él «La aguja magnética se mueve naturalmente al imán, y este se mueve y atrae a sí a la aguja; y esto es por perfecta concordancia é influencia que hay entre el aguja y el imán… de donde se sigue, que Dios que conviene con mayor nobleza y es pura simplicidad, mueva á sí el intelecto, y que este se mueva á entender á Dios. Así como el aguja por naturaleza se dirije al Septentrión, si está tocada en el imán, así conviene que tu siervo se dirije a amarte». En otro momento trató de explicar la atracción ejercida por el imán sobre el hierro: «…por haber sido reducido por el fuego a su especie, de que resulta que en el hierro hay más sequedad que en las piedras de donde sale, …por esto pues el hierro se mueve naturalmente al imán; y este, por aquello que naturalmente tiene superfluo… Así como se manifiesta al instante, que cuando el hierro se ha tocado en el imán, si se le separa, aquella parte del hierro que fue tocada, se dirige hacia el Septentrión, donde está la región del agua y de la tierra, con lo que se prueba qué en el imán y el hierro, existe la mayor sencillez de tierra y agua. El interés de Lulio por el magnetismo debió ser conocido tanto en su tiempo como en los siglos siguientes, en otro caso no se explica que se le atribuyera, en tono al año 1520, la obra *De virtute magnetis* (sobre el poder del imán); cunado se trataba en realidad de una copia del trabajo publicado por Pierre de Maricourt, contemporáneo del mallorquín, con el título *Epistola de Magnete*.

Lux mea est ipse dominius (Mi luz es la de Dios)

RAIMUNDO LULIO

El fenómeno de las mareas también mereció la atención de beato Lulio, cuando trató de los modelos esféricos de las mismas, bajo el epígrafe Flujo y reflujo del mar. « La tierra y el mar son cuerpos esféricos, y como la esfera del agua está situada en un cóncavo, sobre la esfera de la tierra; el gran mar, naturalmente apetece sumergir la tierra; pero como este mismo mar es cuerpo mixto, y cierta parte del agua apetece estar en otra; como el agua naturalmente es restrictiva, por esto naturalmente apetece estar junta y no dividirse ni extenderse; y por esto no puede sumergir la tierra, porqué si la sumergiese, naturalmente se dividiría; y de este modo el agua tiene dos apetitos naturales contrarios; por uno de ellos fluye y por otro refluye… como el mar hace arco, conviene que sus partes superiores apetezcan el centro; y como ellas son graves, por esto oprimen las inferiores, según como el arco está situado; y así una parte oprime otra, hasta que se incline el cuerpo del mar, por su oposición y opresión a una parte, y entonces fluye en una parte de la tierra que le es contrapuesta… por esto reclina aquella parte movida a sí, que entonces refluye… Por la naturaleza del Sol que es dispersiva, el mar es *fluxivo*; y por la de la Luna que es agregativa es *refluxivo*… El flujo y reflujo no se verifica en el Mediterráneo, y es porque su arco no es esférico como el del gran mar, y está contenido por la tierra. Por la naturaleza del Sol que es dispersiva, el mar es *fluxivo*; y por la de la luna que es agregativa es *refluxivo*. La influencia del Sol en la tierra y el mar, se reverberan hasta la Luna, en la que aparecen las manchas obscuras, que si son de la tierra son negras y las del mar pálidas».

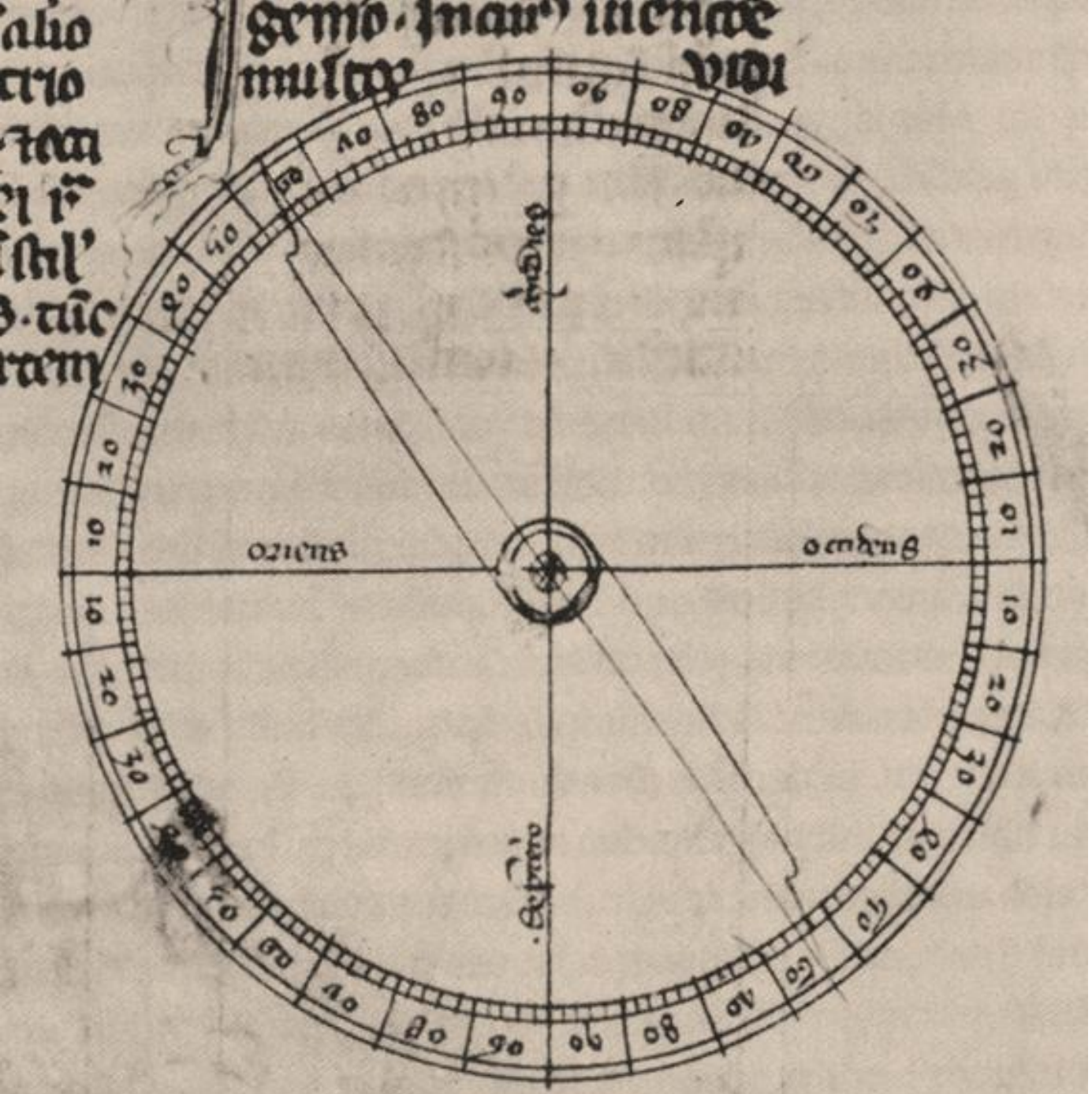
Fragmento del mapamundi realizado por el mallorquín ABRAHAM CRESQUES, alrededor de año 1375. También es conocido como *ATLAS CATALÁN*.

Obsérvese que la ciudad de Granada está engalanada con un pendón musulmán.

Al parecer R. Lulio escribió un tratado de navegación, ahora extraviado, animado por sus numerosas travesías; no obstante, si se puede aventurar que estaba versado en la materia, a tenor de los comentarios que incluyó en otras de sus obras. En su libro *Contemplatione* afirmaba que entre las misiones de los marinos estaba figuraba el manejo del timón y las velas, ayudándose de la estrella polar para fijar el rumbo; debiendo calcular por otro lado la distancia recorrida durante el día y la noche. Al referirse a la navegación señaló que su arte provenía de la geometría y de la aritmética, sirviéndose de los vientos para fijar las direcciones por las que había navegado el barco. En cuanto a los vientos, suele afirmarse sin fundamento que fue él quién ideó la rosa de los vientos; cuando hay constancia de su existencia en el periodo grecorromano.

De igual modo figura ocasionalmente como inventor de la aguja náutica, pues así se aseguraba en la obra *Vindiciae Lullinae* (1778), escrita por el monje cisterciense de Mallorca, Antonio Raimundo Pascual Fleixes. Una posibilidad inverosímil pues hay diversos testimonios previos a Lulio, que describieron un instrumento análogo. Sirva de ejemplo el *Speculum Majus*, la enciclopedia medieval del dominico francés Vincent de Beauvois; en la que se realizaba la descripción siguiente: «La piedra imán atrae al hierro, y el hierro

La torre de los vientos en Atenas. En su parte superior figuran los relieves de los ocho dioses de loa vientos.



La aguja imantada en la obra *Epistola de Magnete* (1269).

obedece a esta piedra por la virtud oculta que en ella se halla; lo atrae hacia sí por todos los cuerpos sólidos, como por los metales, y lo atrae por uno de sus ángulos, mas por el opuesto lo ahuyenta. En esta piedra el ángulo que tiene la virtud de atraer el hierro, mira al Zaron, esto es, al Septentrión; más el ángulo opuesto mira al Aphron, esto es, al Mediodía».

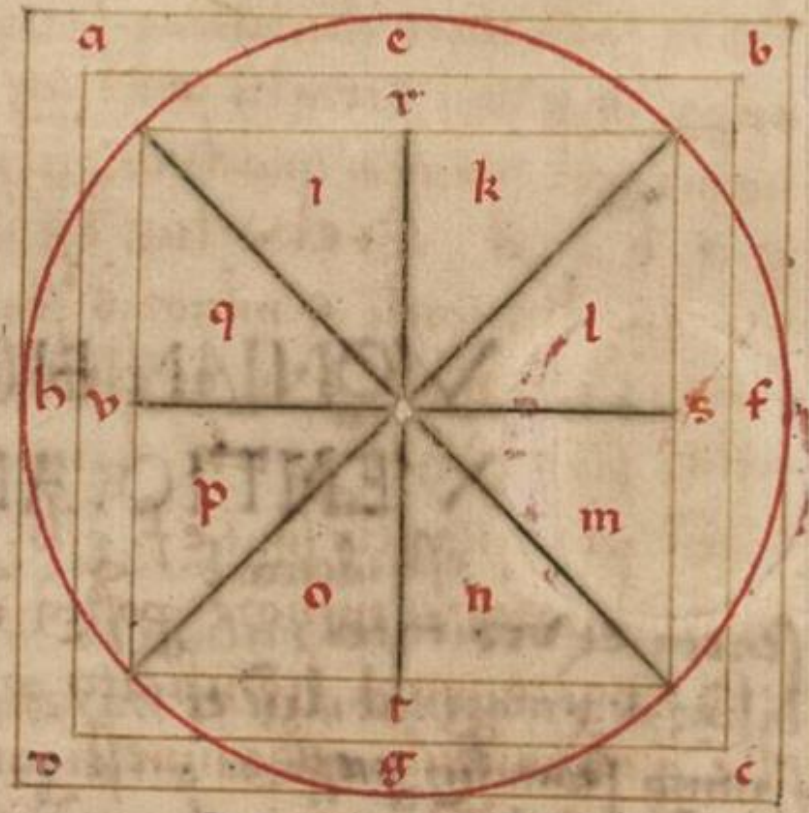
La geometría también estuvo presente en la obra de R. Lulio, para el que era Arte inventiva relacionada con la medida de líneas, ángulos y figuras. En el año 1299, durante su segunda estancia en París, escribió *Liber de Geometria noua et compendiosa*, «para conocimiento de las verdades de la mensuración posible e imaginable…para inteligencia de los que desean conocer lo que algunos llaman Geometría antigua». El libro se dividió en tres partes: tratando en la primera de la cuadratura del círculo y de la triangulatura del cuadrado, la segunda de la extensión de las líneas del círculo, cuadrángulo y triángulo, y la tercera con la multiplicación de las

Portada del LIBER DE GEOMETRIA NOUA ET COMPENDIOSA y figura magistral

Deus. qui es sūma ueritas sapiētia. ⁊. amor. cū tua uirtute. ⁊ ad tuū honorē. incipimꝰ hāc nouā ⁊. conpendiosaꝫ geometriam.

QVONIAM BREVIS INVENTIO AMABILIS est idcirco breuiter inuestigationes secreta et veritates naturales mensurarū sensibiliuꝫ & ymaginabiliū. et hanc inuestigationē facimꝰ secundū processum artis generalis. In hac arte vti volumꝰ communibus vocabul. et leuibus ad intelligendū. vt aliqui homines qui uocabula antique Geometrie ignorāt, sciāꝫ istaꝫ intelligere possint & iddeꝫ facimꝰ de numero plano qui nō vadit ꝑ figuras algorissimi :-

Secundus liber tres habet partes Prima pars est de narratione quam faciemus de utilitate huius sciencie Secunda est de principijs Geometrie et de conclusionibus principiorum illius Tercia pars est de questionibus et solucionibus earum quas facimꝰ de quibusdaꝫ dubijs Geometrie



De prima parte primi libri :-

Ista pars in tres partes diuiditur Prima pars est de inuestigatione quaꝫ faciemus

figuras; la segunda parte se dividió a su vez en las tres que se indican: 1) Narración de la utilidad de la ciencia, 2) principios de la Geometría y conclusiones de los mismos, y 3) Cuestiones y resoluciones de dudas. Al abordar el desarrollo de la primera parte se apoyó en una figura que llamó magistral, ya que a partir de ella estudió las verdades de las demás figuras, compuesta de un círculo y tres cuadrados. El cuadrado menor, dividido en ocho triángulos de igual superficie, era inscrito al círculo, limitado por el cuadrado mayor. «Vale pues el menor cuadrángulo céntrico, tanto como el círculo, y en el mismo círculo está el cuadrado». No obstante, es obligado señalar que Lulio aplicaba la expresión cuadratura del círculo incluso a la teología, dándole el sentido figurado, como hizo además cuando refiriéndose a los elementos clásicos, entendió por su cuadratura la rotación que según él practicaba el fuego al entrar en el aire, este en el agua, y ésta en la tierra. Suele atribuírsele la invención del nocturlabio, un instrumento similar al astrolabio con el que hallar la hora durante la noche, ya que lo describió en este libro: refiriéndose a él como *astrolabium nocturnum* o *sphera horarum noctis.*

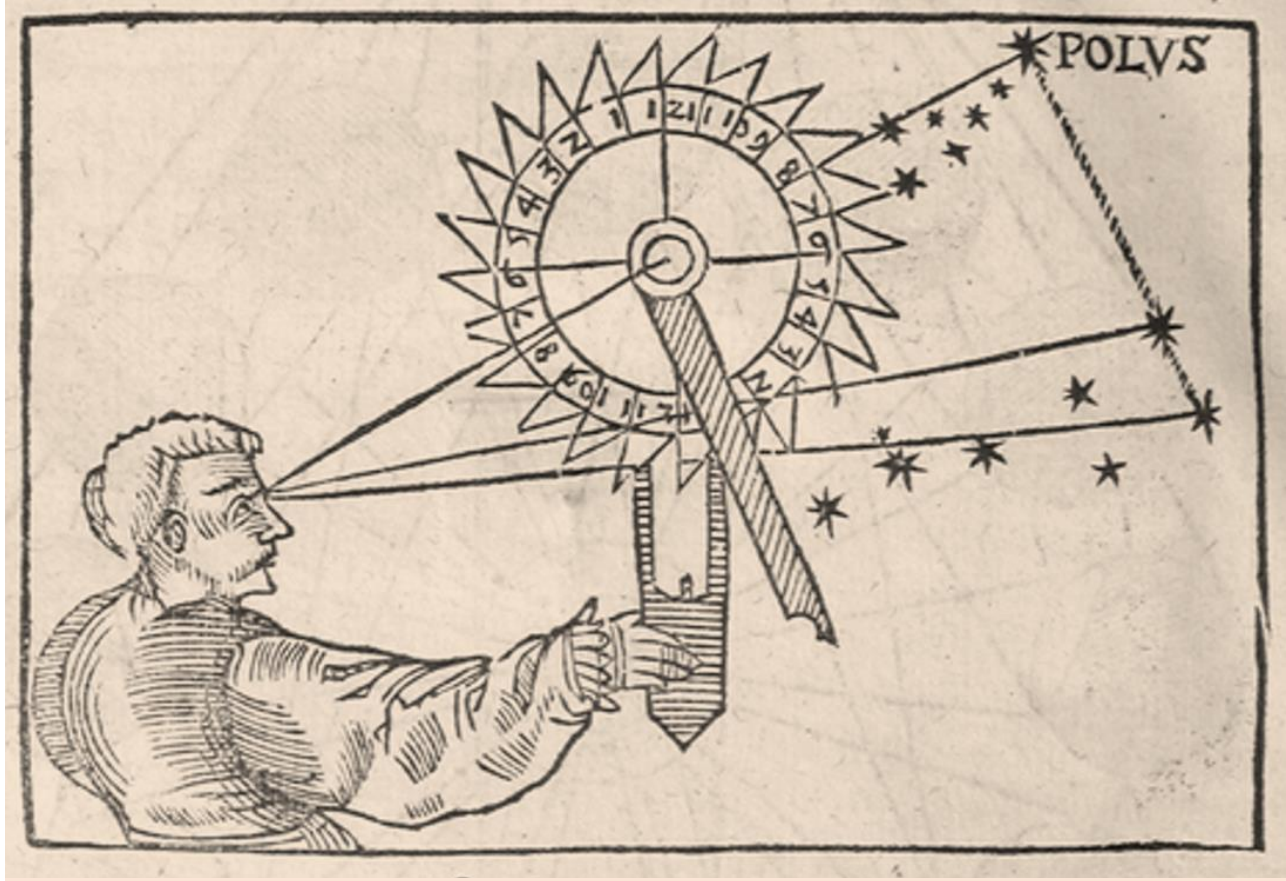
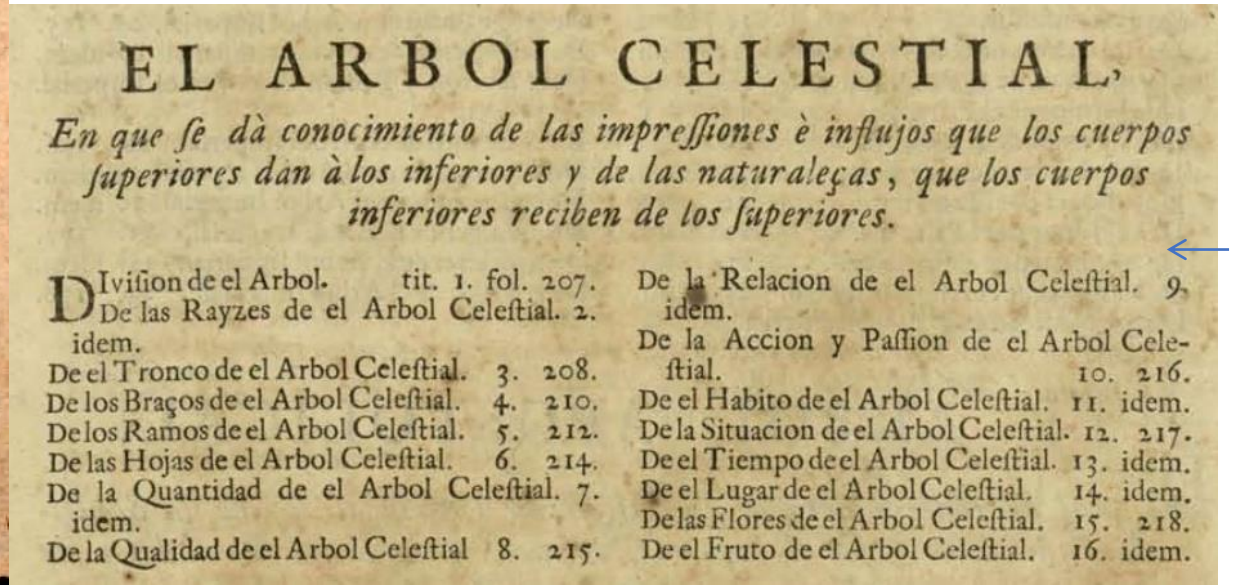


Imagen de un Nocturlabio rudimentario (*Liber cosmographicus* de Apiano.1524). Obsérvese que el operador visa simultáneamente a la estrella polar, a través del centro del instrumento, y a las guías de la misma.

Les premieres oeuvres de Jacques Devaulx (1583), piloto de la marina

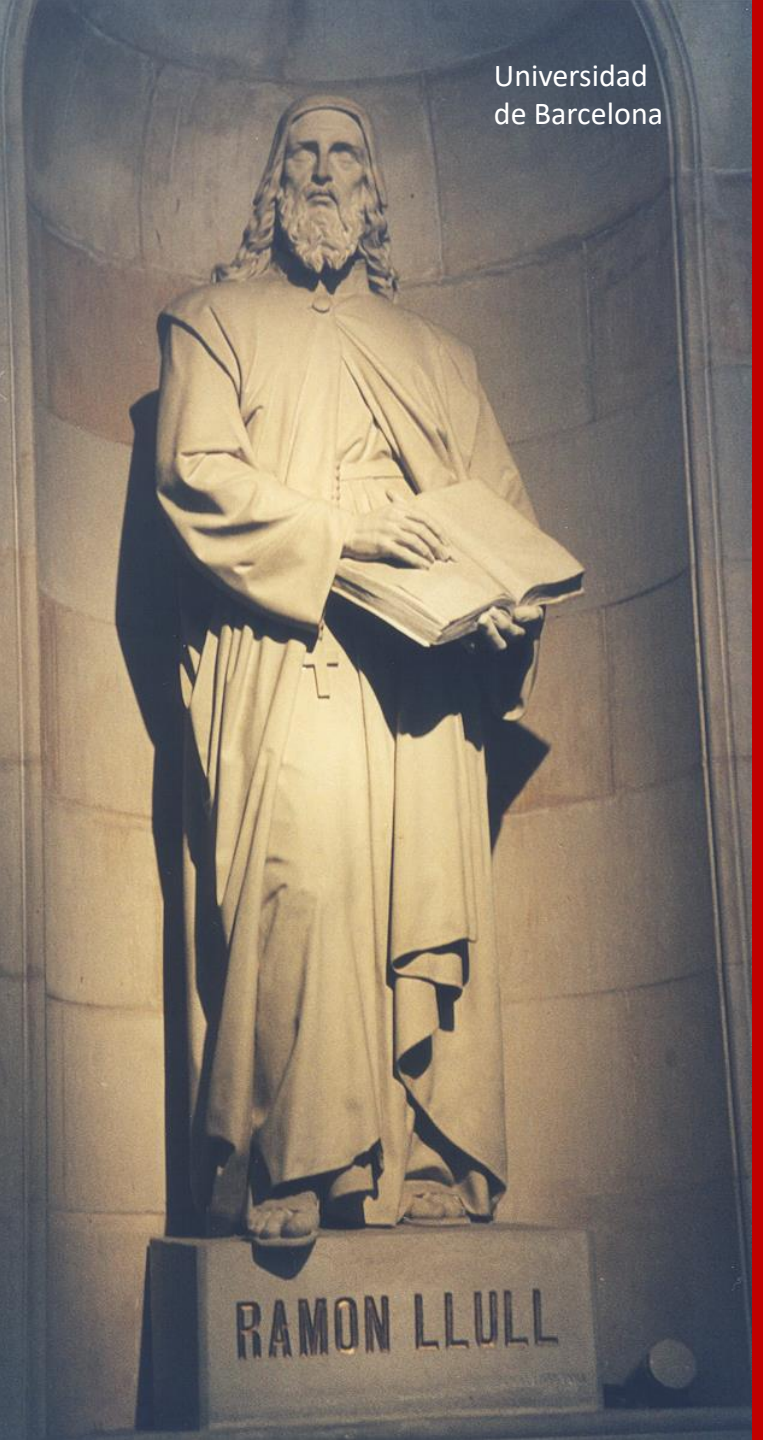
Raimundo Lulio pasó a la posteridad por haber escrito en Roma (1295-1296) su celebérrimo Árbol de la Ciencia (*Arbor scientiae*), una obra enciclopédica que se basó en el simbolismo arbóreo, tan usado durante la Edad Media, para dar a conocer el saber de su tiempo. De sus dieciséis partes, solo se detallará en contenido de la novena El Libro Celestial, «en que se da conocimiento de las impresiones e influjos que los cuerpos superiores dan a los inferiores y de las naturalezas, que los cuerpos inferiores reciben de los superiores. Este árbol, como los demás de la obra, se dividió en las siete partes que se citan. Raíces, tronco, brazos, ramas, flores y frutos, correspondiéndose respectivamente con los principios generales, con los cielos, con los doce signos, con los planetas, con los accidentes celestes, con los actos celestes y con las cosas creadas inferiores. la obra fue traducida al español por Alonso de Cepeda y Adrada, un militar español destinado en los países Bajos, con el título *Árbol de la Ciencia del iluminado maestro Raymundo Lulio*; siendo editado en Bruselas en el año 1663.



EL ARBOL CELESTIAL,

En que ſe dà conocimiento de las impreſſiones è influjos que los cuerpos ſuperiores dan à los inferiores y de las naturaleças, que los cuerpos inferiores reciben de los ſuperiores.

División de el Arbol. tit. 1. fol. 207.
De las Rayzes de el Arbol Celeſtial. 2. idem.
De el Tronco de el Arbol Celeſtial. 3. 208.
De los Braços de el Arbol Celeſtial. 4. 210.
De los Ramos de el Arbol Celeſtial. 5. 212.
De las Hojas de el Arbol Celeſtial. 6. 214.
De la Quantidad de el Arbol Celeſtial. 7. idem.
De la Qualidad de el Arbol Celeſtial 8. 215.
De la Relacion de el Arbol Celeſtial. 9. idem.
De la Accion y Paſſion de el Arbol Celeſtial. 10. 216.
De el Habito de el Arbol Celeſtial. 11. idem.
De la Situacion de el Arbol Celeſtial. 12. 217.
De el Tiempo de el Arbol Celeſtial. 13. idem.
De el Lugar de el Arbol Celeſtial. 14. idem.
De las Flores de el Arbol Celeſtial. 15. 218.
De el Fruto de el Arbol Celeſtial. 16. idem.



Universidad de Barcelona

ARBOL DE LA CIENCIA

DE EL ILUMINADO MAESTRO RAYMUNDO LULIO.

Nuevamente traducido y explicado por el Teniente de Maestro de Campo General Don Alonso de Zepeda y Adrada, Governador de el Thol-huys, &c.

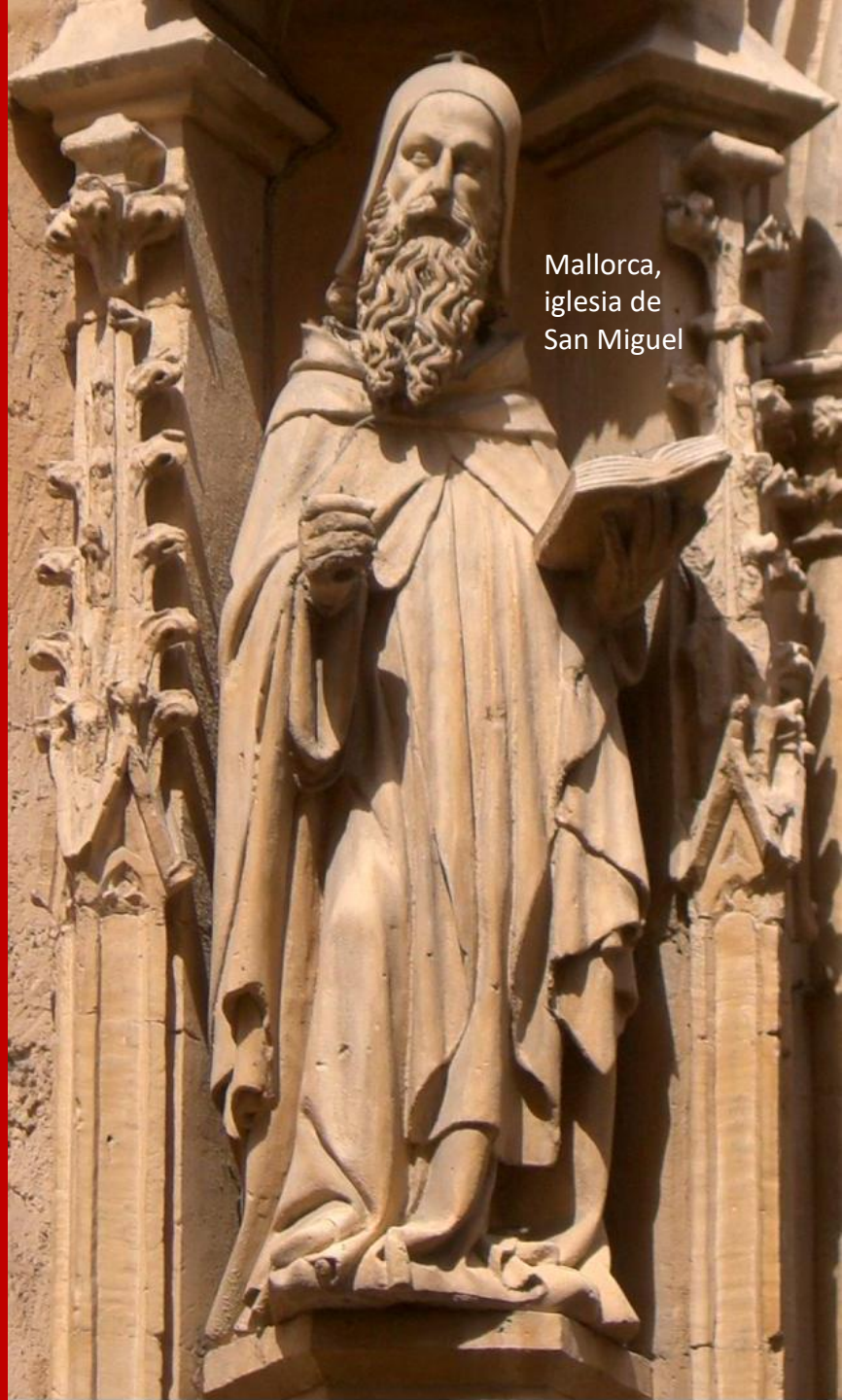
DEDICADO

A EL EXCELENT.MO SEÑOR DON LUIS DE BENAVIDES, CARILLO Y TOLEDO. &c. MARQUES DE CARACENA, &c. GOVERNADOR Y CAPITAN GENERAL DE LOS PAISES BAJOS, &c.

EN BRUSSELAS,

Por FRANCISCO FOPPENS, Impressor y Mercader de Libros. 1663.

CON PRIVILEGIO Y APROBACION.



Mallorca, iglesia de San Miguel

Maimónides (1135/38 -1204)

Filósofo y astrónomo cordobés que padeció la diáspora, aunque siempre recordase Sefarad. Hijo de un matemático distinguido, nació Mošeh ben Maimon a finales del mes de marzo, siendo conocido entre los musulmanes como Abu-Imran Musa ben Maimun ibn Abdallal y entre los cristianos como Maimónides. Cuando tenía 13 años se vio obligado a huir de Córdoba con su padre y hermanos (su madre ya había fallecido), al producirse la invasión almohade; instalándose posiblemente en Almaería emigró con su familia a Fez, luego a Palestina y finalmente a Egipto; instalándose primero en Alejandría y definitivamente en el viejo Cairo. Como bien se dice en un resumen de la Real Academia de la Historia, «es muy posible que su formación filosófica, científica y médica se realizara durante estos años en estrecho contacto con maestros musulmanes, pues la gran cultura árabe y musulmana que tuvo, así como el amplio conocimiento de la ciencia de su época son prueba

de una sólida y excelente formación». Ya durante su estancia en Fez presentó su obra astronómica, un calendario científico aplicado al judaísmo y un comentario sobre al Talmud, anuncio de futuros trabajos a ese respecto. También ejerció como médico, gozando de muy buena reputación, llegando a resumir los dieciséis libros de Galeno, escribiendo además tratados de toxicología y farmacopea. Maimónides fue un autor tan prolífico como polifacético, el más brillante desde la época del Talmud, no en vano estudió, además de la medicina, la lógica, la filosofía, la psicología, la lingüística y la jurisprudencia, así como las matemáticas, la astrología (que rechazaba) y la astronomía. Su idea de que el dominio de las ciencias era indispensable para una adecuada práctica religiosa, es un claro exponente de su pensamiento.

Dado el contexto tan limitado del presente repertorio, se limitarán los comentarios siguientes solo a esa última disciplina. Las primeras reflexiones astronómicas de Maimónides las efectuó en su juventud, concentrándolas sobre todo en cuestiones cosmográficas, influenciado por las enseñanzas del astrónomo sevillano Abu Muhammad Jabir ibn Aflah y por las del zaragozano Ibn Bayya (Avempace); contribuyendo así al desarrollo de la disciplina en el occidente del mundo islámico. Dignas de mención fueron en ese

Placa colocada en la casa de Fez, donde vivió Maimónides.

Placa colocada en la sinagoga Moses ben-Maimon, sita en el barrio judío del Cairo

Cubierta de la Guía de Perplejos (S. XV)

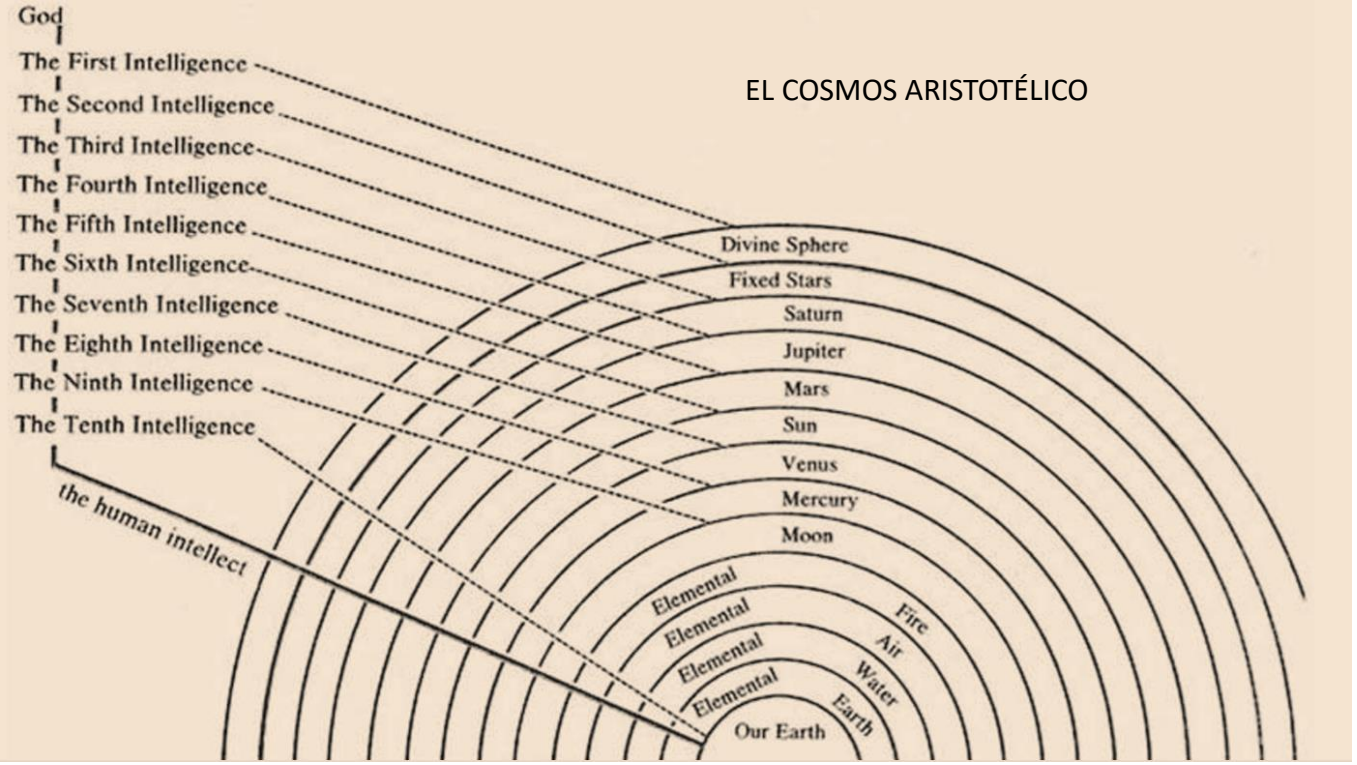
sentido las ediciones revidadas de ciertos textos escritos por otros autores andalusíes, como el ya citado Jabir y el rey zaragozano al Muqtadir ibn Hud. Las primeras referencias más concretas de las aportaciones del sabio cordobés figuran en varios lugares de su obra más relevante, esto es: *La Guía de Perplejos* (*Moreh Nevukhim*), escrita en árabe en el año 1190 y traducida al hebreo poco tiempo después. El propio autor justificó el titulo anterior señalando que iba dirigida a los lectores ignorantes y superficiales, que tomaban al pie de la letra los textos sagrados, «aún las personas enteradas se descarriarían y confundirían si entendieran estos pasajes en su sentido literal». Se dividió la obra en tres libros, contando el primero con 76 capítulos, el segundo con 48 y el tercero con 54.

El capítulo LXXII del libro primero se tituló *Analogía del universo y del hombre,* comentándose en su inicio que «La suprema esfera celeste…en su totalidad está formada de orbes celestiales, los cuatro elementos y sus combinaciones, y no hay vacío en ella, sino que todo espacio está lleno de materia. La tierra ocupa el centro, rodeada de agua, él agua está circundada por el aire, el fuego envuelve al aire y a su vez es envuelto por la quinta esencia. Estas substancias forman numerosas esferas, compenetradas unas en otras, sin que haya espacio intermedio ni vacío. Todas las esferas circulan con uniformidad

constante, cada cual según su naturaleza. Empero comparadas unas con otras, unas son más veloces y otras más lentas. La suprema esfera, que todo lo encierra en sí, se mueve con la mayor celeridad y arrastra a las demás en su movimiento, pues las demás cosas están respecto de ella en la misma relación que la de, las partes al todo». Más adelante se refiere al hombre en estos términos: «Así como el cuerpo humano consta de órganos principales y de miembros que de ellos dependen y que no pueden existir sin la dirección de aquellos órganos, así el universo está formado de la parte principal, la quintaesencia, que encierra los cuatro elementos, y de las demás partes subordinadas, dirigidas y compuestos».

Cuatro astrónomos en el Código Mishné Torá, compilado por Maimónides en Egipto. Biblioteca Vaticana.

En el libro II hay varios capítulos con reflexiones astronómicas de Maimónides. Así por ejemplo, en el IV (*Sobre la intervención de Dios y las inteligencias en el movimiento de las esferas celestes*) comentó que la esfera celeste poseía alma y que esta era precisamente la responsable de su movimiento, añadiendo que «El movimiento circular de la esfera es debido a la acción de alguna idea; pero como las ideas solo se dan en seres inteligentes, se deduce que la esfera celeste es un ser dotado de inteligencia». Poco después, se refirió al modelo de universo defendido por los antiguos, recordando especialmente el protagonismo de Aristóteles: «Los antiguos filósofos contaban diez inteligencias, porque enumeraban las esferas que contienen



EL COSMOS ARISTOTÉLICO

estrellas y la superior que lo abarca todo, aunque algunas incluyen varias órbitas diferentes. Hay en conjunto nueve esferas, es a saber; la que todo lo comprende, la de las estrellas fijas, y las de los siete planetas. A las nueve esferas corresponden nueve Inteligencias, siendo la décima Inteligencia el Entendimiento Activo. Pruébase la existencia del último por la transición de nuestro entendimiento de potencia a acto,… Porque todo cuanto pasa de potencia a acto, requiere un agente externo de la misma especie, que efectúe la transición…Esta es la teoría y opinión de Aristóteles, de las que nos ofrece pruebas, cuando la prueba es posible, en diversas obras de su escuela. En suma, él cree que las esferas son seres animados e inteligentes, capaces de comprender plenamente los Principia de su existencia».

En el capítulo IX (*Del número de esferas celestiales*) efectuó una descripción detallada de las esferas anteriores, recordando el desacuerdo al situar las correspondientes a Venus y Mercurio, superiores o inferiores del Sol, y como Tolomeo consideró que eran inferiores, mientras que otros astrónomos andalusíes sostenían lo contrario: «En suma, como quiera que ello fuere, los antiguos; solían poner a Venus y Mercurio más altos que el Sol, y contaban con ello cinco esferas; la de la Luna, que es sin duda la más próxima a nosotros; la del Sol, que desde luego está más alta que la de la Luna; luego, la de los cinco planetas, la esfera de las estrellas fijas, y la suprema esfera que no contiene estrella alguna. Por consiguiente, hay cuatro esferas que contienen figuras estelares…, y son las esferas de

las estrellas fijas, de los cinco planetas, del Sol y de la Luna. Por encima de todas hay una esfera vacía y sin estrellas». En el capítulo siguiente (X. *De las cuatro maneras de manifestarse el influjo de las esferas celestes en la Tierra*) se refirió Maimónides a las mareas y a los cuatro elementos: « Hablan los filósofos del peculiar influjo de la luna sobre el elemento agua. Pruébase por el ascenso y descenso de las aguas, coincidente con el creciente y decreciente de la luna. El influjo de los rayos del Sol en el fuego puede observarse en el enfriamiento y calentamiento de la Tierra, según que el Sol se acerque o se retire o se oculte. Todo esto es tan claro que no necesita ser explicado. Me ha parecido que las cuatro esferas estelares que influyen en el nacimiento de todos los seres terrenos deben ejercer su influencia, cada una sobre cada uno de los cuatro elementos, siendo la causa de sus movimientos y mudanzas. Así la esfera lunar mueve al agua, la solar al fuego, la planetaria a aire, y la de las estrellas fijas a la Tierra».

El capítulo XXIV (*De que es difícil de alcanzar para el hombre el conocimiento de las cosas celestes*) del segundo libro es en el que expresó con más claridad sus dudas astronómicas, llegando a afirmar que el conocimiento cabal de la astronomía estaba vedado al hombre. Al inicio del mismo reconoció haber aprendido del

Miniatura de los cuatro elementos, con un enfermo y un médico que sostiene una botella. Brunetto Latini. *Le Livre du Trésor*

Ilustración con que se abría el segundo libro de la Guía de perplejos, en una copia un manuscrita e iluminada en Cataluña en el año 1348. Maimónides muestra a sus alumnos un astrolabio, al enseñarles la medida del hombre, en relación a la del cosmos circundante.

Almagesto todo lo que sabía, aunque asegurase que tanto los ciclos como las esferas excéntricas, o la combinación de ambas, eran conjeturas; «mi gran amor a la verdad me fuerza a declarar el embarazo en que me hallo tratando de estas cosas, y a confesar que no he oído a nadie que haya establecido esas doctrinas de manera probada». Antes ya había manifestado que Aristóteles explicaba los fenómenos del mundo sublunar de acuerdo con la lógica, « pero de las cosas que hay en los cielos, el hombre apenas conoce unos cuantos cálculos matemáticos… Los ciclos están demasiado lejos de nosotros, en lugar y rango exaltadísimo. Las facultades humanas son asaz deficientes para comprender ni siquiera la prueba genérica que los cielos encierran de que existe un Dios que los puso en movimiento. Ignorancia y acaso cierto género de locura es fatigar nuestros pensamientos en busca de cosas que están más allá de nuestro alcance, sin que poseamos instrumentos para acercarnos a ellas».

La última referencia astronómica en esta obra de Maimónides es recogida en el capítulo XIV (*De si es*

voluntad del creador que las esferas celestes regulen las actividades humanas) del libro tercero, siendo de especial interés por abordar la cuestión de las distancias: «es bueno reflexionar sobre las investigaciones que se han hecho para medir el tamaño y distancias de las esferas y estrellas. Estas distancias se han establecido de manera precisa en radios terrestres, y son bien conocidas, puesto que lo es la circunferencia y el radio de la Tierra. Ha sido probado que la distancia que hay entre el centro de la Tierra y la superficie exterior de la esfera de Saturno es el camino que se recorrería, a jornadas, en muchos miles de años solares… aprende de la altura de los cielos cuán lejos estamos de, comprender a Dios, porque es infinita la distancia que hay entre nosotros y los cuerpos que nos rodean, los cuales se nos ocultan en cuanto a su esencia, y más, aún en cuanto a sus acciones».

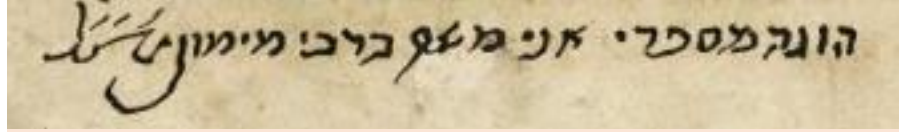
Ilustración de la obra *De universo*, escrita por William de Auvergne, obispo de París entre 1228 y 1249. Ofrece una figura sorprendente del universo, pues en lugar de la clásica imagen redonda centrada en la Tierra, recorre el largo de la página animando al lector a examinarla, para leer en la parte superior *caelum empireum* (reino de los cielos) y proseguir hasta la inferior hasta el reino terrenal, simbolizado por un bosque arbolado dentro de la circunferencia correspondiente.

La aportación astronómica más sustancial de Maimónides se incluyó, sin embargo, en su obra mayúscula, esto es en el *Mishné Torá*, el mejor código de la ley judía que fue escrito en la etapa postmalmúdica; único por su alcance, originalidad y leguaje (el único que escribió en hebreo). El código, recopilado en Egipto, fue dividido en catorce libros, con un

Biblioteca del Congreso (EE.UU). Este documento se considera el más espléndido de los manuscritos existentes del *Mishné Torá*, El manuscrito fue realizado por un copista español, que encargó a un artista que ilustrara la obra y dejó espacio en los márgenes para dibujos, paneles decorativos e iluminaciones. Las ilustraciones se realizaron en Italia, posiblemente en el taller de Mateo De Ser Cambio en Perugia, hacia 1400. Algunos encabezamientos ornamentales y signos de divisiones textuales se realizaron en España. Muchos cambios textuales importantes en los márgenes del manuscrito corresponden a los encontrados en la versión de esta obra corregida por el propio Maimónides.

Eduard Baneth

Otto Neugebauer


Firma de Maimónides en su *Mishné Torá*. Bobdelian Library

total de noventa y tres capítulos; desarrollándose en el Libro tercero, de las estaciones o de los tiempos, (*Hilchot Kiddush HaChodesh*) todo lo relacionado con la santificación de la Luna nueva, al analizar la conexión entre el calendario y a astronomía. El mayor enigma en torno a este libro es que fue escrito en dos etapas, los primeros diez capítulos, que datan de 1170, básicamente repiten la astronomía elemental del Talmud, con un año solar de 365 ¼ días y cuatro estaciones iguales. Al parecer, después de haber estudiado el Almagesto, añadió en 1178 nueve capítulos a los diez iniciales, pudiendo predecir así la llegada de la media luna creciente, basándose en los parámetros lunisolares determinados por los astrónomos árabes, dándose la circunstancia de que fueron muy pocos escritores judíos los que se atrevieron a cuestionar sus cálculos. La primera reseña crítica es esta obra de Maimónides fue realizada entre 1898 y 1903 por el rabino alemán Eduard Baneth, el cual creía que el sabio se había aproximado a la duración del año trópico más que cualquier otro erudito de la Edad Media. En cambio el matemático y astrónomo austriaco, y luego estadounidense, Otto Neugebauer, defendió, en su artículo *The Astronomy of Maimonides and its Sources* (1949), que este podría haber obtenido casualmente su resultado, copiando y redondeando las velocidades medias del Sol y la Luna , que figuraban en los trabajos de al Battani.

Maimónides presentó sus cálculos en forma de reglas, al igual que los otros preceptos del código, sin explicar el porqué de las operaciones descritas y sin mencionar las fuentes en

en las que se apoyó. No obstante, el texto reflejó el estado del conocimiento astronómico de su tiempo, conservando principios cuidadosamente conservados a lo largo de muchas generaciones, tales como la elongación y el arco de visión, necesarios para determinar la visibilidad de la Luna nueva. Efectivamente, la elongación expresa en grados la separación entre el Sol y la Luna, de manera que cuanto mayor sea, más brillante será el creciente y mejor se percibirá en el crepúsculo vespertino; una elongación menor, por el contrario, ira asociada a un huso extremadamente delgado, que solo se percibirá al aproximarse la noche. El arco de visión indica la altura negativa del Sol (bajo el horizonte) en el momento en que se pone la Luna, un valor que, para un horizonte dado, depende sobre todo del intervalo de tiempo transcurrido entre los ocasos de los dos astros. Maimónides dio a conocer los valores extremos de esas dos magnitudes, así como su relación mutua.

La Luna creciente en el crepúsculo vespertino

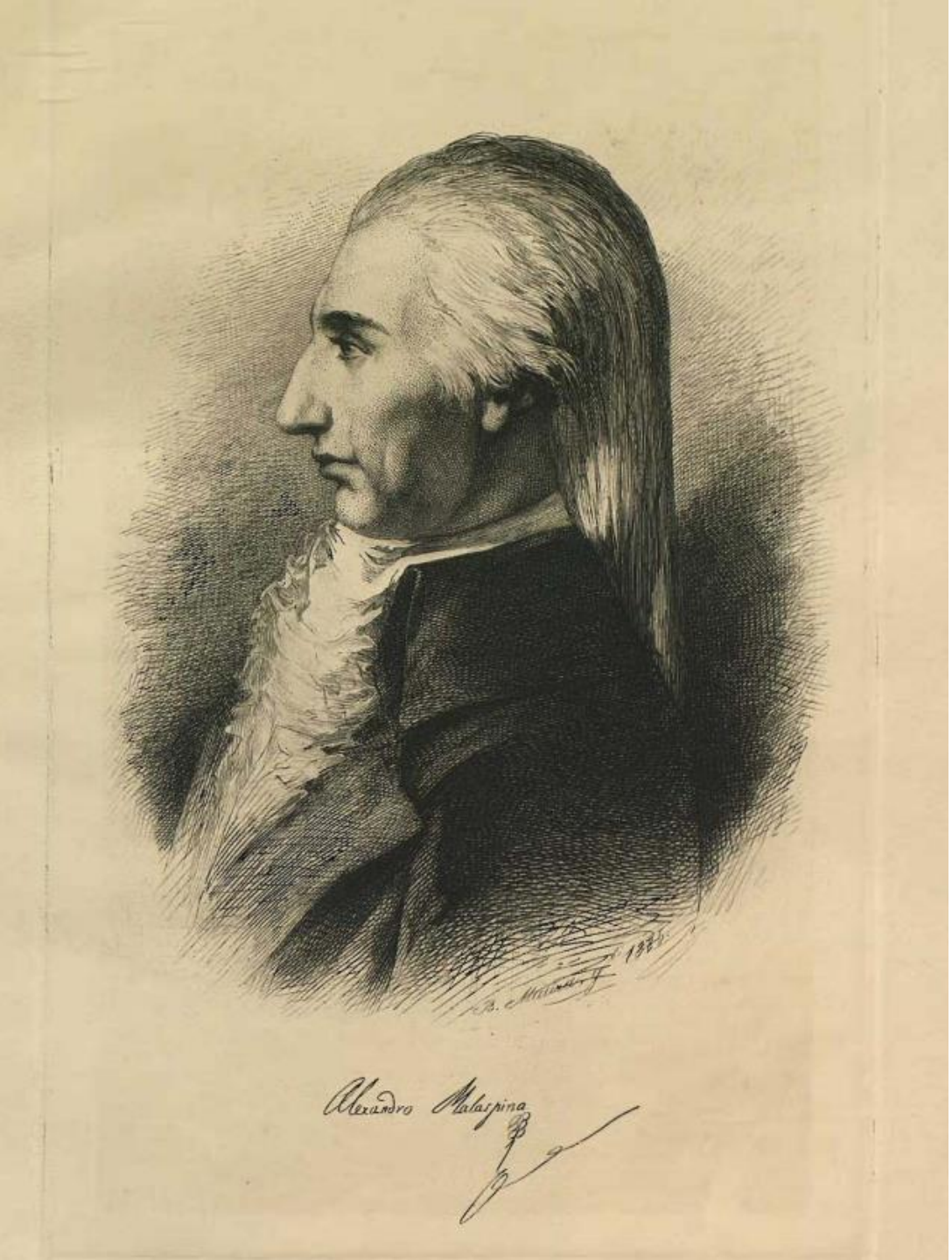
La información astronómica que proporcionó el *Mishné Torá* no fue solo la relacionada de una u otra forma con el calendario lunar, sino que se refirió a otras cuestiones de indudable interés ligadas a la geometría de la bóveda celeste; los ejemplos que se seleccionan a continuación son buena prueba de ello. En el capítulo XI enunciaron una serie de conceptos que debería aprender el lector, como paso previo a los cálculos astronómicos: «la esfera celeste se divide en 360º y 12 constelaciones. Cada constelación tiene una amplitud de 30º, comenzando con la de Aries (el carnero). Cada grado tiene sesenta minutos, cada minuto sesenta segundos y cada segundo sesenta tercios». Acto seguido situó la posición de una estrella cualquiera en relación con la de las constelaciones zodiacales anteriores,

CRECIENTE
CUARTO CRECIENTE
GIBOSA CRECIENTE
LLENA
LLENA
GIBOSA MENGUANTE
CUARTO MENGUANTE
MENGUANTE

Mosaico bizantino en el suelo de la sinagoga del Kibutz Beit Alfa (al Norte de Israel). Las cuatro figuras de las esquinas representan a los equinoccios y a los solsticios

ordenándolas del siguiente modo: Aries, Taurus, Geminis, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, Sagitario, capricornio, Acuario y Piscis. En el último capítulo, el XIX, describió la posición de los equinoccios sobre la línea del ecuador celeste: «Hay dos puntos de la órbita del Sol situados, en el ecuador…El primer punto es el comienzo de la constelación de aries y el segundo, opuesto, es el comienzo de la constelación de Libra. Por tanto, hay seis constelaciones inclinadas hacia el Norte, localizadas entre el comienzo de la constelación de Aries y el final de la constelación de Virgo. Y hay seis inclinadas hacia el Sur, aquellas que están entre el comienzo de la constelación de Libra y el final de la constelación de Piscis…Así el comienzo de Aries y el de Libra se encuentran en el ecuador…Por lo tanto cuando el Sol se encuentra en el comienzo de esas constelaciones no estará inclinado ni hacia el Norte ni hacia el Sur. Saldrá por el Este y se pondrá por el Oeste y las horas diurnas y nocturnas serán iguales en el mundo».

ESTACIONES Y SIGNOS DEL ZODIACO
Biblioteca Hantington.
San Marino. USA



Alejandro Malaspina y Meliluppi (1754-1810)

Marino italiano que a alcanzó fama internacional por los grandes servicios que prestó a España, durante los cinco años que duró la mayor expedición científica organizada por su gobierno y que comandó con tanto éxito que llegó a ser conocida como Expedición Malaspina; no en vano comandó su travesía por diversas partes del mundo, recopilando información sobresaliente de todo tipo: científica, artística y política.

Alejandro Malaspina realizó sus primeros estudios en la ciudad de Palermo y después en el Colegio Clementino de Roma (1765-1773), recibiendo allí enseñanzas clásicas y sobre filosofía natural y experimental. Al finalizar sus estudios presentó su primer trabajo *Theses ex Physica Generali* (1771), en el que ya entendió la importancia de la observación y de las tesis newtonianas (Todo lo que no se obtiene por experimentación u observación, es mera conjetura). En la primavera de 1773 dejó Roma para ingresar en la Orden de Malta y realizar su primera navegación por el Mediterráneo. A finales del año 1774 llegó a Cádiz, ingresando en su Escuela de Guardiamarinas el 18 de noviembre. Sus primeros ascensos tuvieron lugar en 1775 y 1776, alcanzando respectivamente los grados de alférez de fragata y de navío.

Entre 1777 y 1779 viajó a Filipinas a bordo de la fragata Astrea, atravesando por primera vez la equinoccial el 21 de enero de 1778; durante esta travesía dobló el cabo de Esperanza tanto a la ida como a la vuelta, siendo ascendido a teniente de fragata. En febrero de 1780 fue ascendido a teniente de navío. Dos años después, en 1782, empezó a tener problemas por su carácter heterodoxo, siendo denunciado ante el tribunal de la Inquisición por sospecha de herejía; aunque acabara sobreseída la causa, sin consecuencias inmediatas, de hecho fue ascendido a capitán de fragata poco tiempo después.

En el año 1784 realizó en Cádiz los llamados Estudios Superiores, recientemente instaurados (1783), en los que recibió clases de Navegación Astronómica, Cálculo Infinitesimal, Álgebra, Trigonometría Esférica, Levantamiento de Cartas, Hidrostática, Construcción Naval, Óptica y Física Experimental; coincidiendo allí con algunos de los marinos que le acompañarían años después en su famosa exploración. Dos años después circunnavegó la Tierra al mando de la fragata Astrea (1786-1788), por encargo de la Compañía de Filipinas, siendo el primer italiano en realizarla; de dicho viaje se conserva en el Museo Marítimo Vasco el diario de a bordo, escrito por Manuel de Agote y Bonechea a la sazón agente comercial de dicha compañía. Ese viaje resultó determinante para su carrera, dobló el cabo de Hornos, cruzó el océano Pacífico y regresó a Europa por el cabo de Buena Esperanza; preparando durante el mismo diversos informes científicos y comerciales.

DIARIO

DEL

VIAGE HECHO

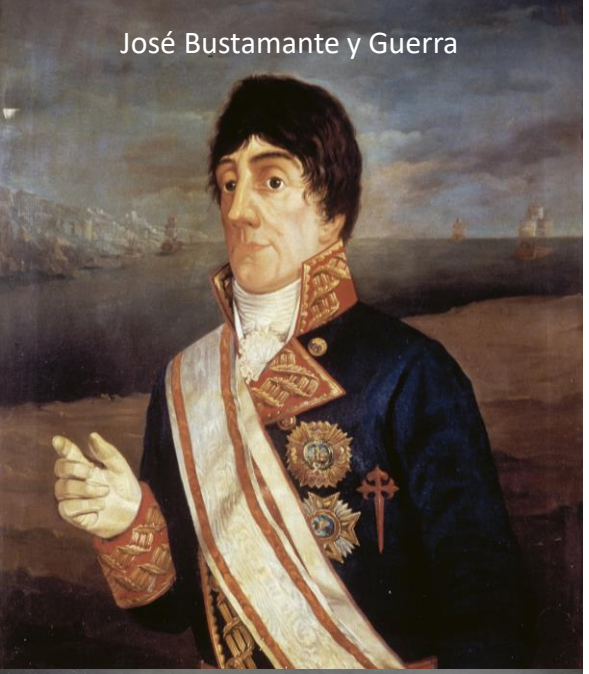
por la Fragata de S. M.d nomb.a

ASTREA

Fletada por la R.L C.A de Filipinas, desde el Puerto de Lima à Manila por el Mar pacifico al mando del Capitan de Fragata Dn. Alexandro Malaspina Caballero del Orden de Sn Juan

Trabajado por Manuel de Agote Maestre de la expresada Fragata

Por estas asperezas se camina
de la inmortalidad al alto asiento
do nunca arriba, quien de aquí declina.
Sevillano de la Vega. Soneto 24. Eleg.d al Duque de Alved.


José Bustamante y Guerra

Antonio Valdés y Fernández Bazán

A poco de llegar a España, concretamente el diez de septiembre de 1788, los dos capitanes de fragata Alejandro Malaspina y José Bustamente presentaron al Ministro de Marina Antonio Valdés el *Plan de un viaje científico y político alrededor del mundo*, indicando que « viaje hecho por navegantes españoles debe precisamente implicar otros dos objetos: el uno es la construcción de cartas hidrográficas para las regiones más remotas de la América, y de derroteros que puedan guiar con acierto la poca experta navegación mercantil, y la otra la investigación del estado político de la América, así relativamente a España como a las naciones extranjeras». En su escrito apuntaron la posible duración de tan gran empresa, aproximadamente tres años y medio, «a empezar desde 1º de Julio de 1789, época en la cual pudieran salir las dos embarcaciones…las dos corbetas saldrían de Cádiz…y se dirigirían a Montevideo, en donde se hará nuevo arreglo de relojes, las posibles observaciones astronómicas y todas las indagaciones de Historia Natural». Los dos capitanes siguieron detallando los lugares que visitarían, manifestando que hacia Octubre o Noviembre de 1792 alcanzarían Nueva Zelanda, «de donde finalmente se hará rumbo al Sur, para después navegar al Noroeste, y ya montada la Nueva Holanda, entrar la derrota para el Cabo de Buena Esperanza y de allí regresar a Europa, en Abril o Mayo de 1793». Ambos oficiales mostraron su disposición de ponerse al servicio del Estado, comprometiéndose a dirigir todos los trabajos con el mayor acierto, «no solo la ilustración y penetración del Gobierno, sino también cuantas noticias puedan facilitar los particulares…En cuanto a los subalternos, la especie de Comisión exige que sean todos voluntarios y que se conozcan recíprocamente, así por lo que toca a robustez como a capacidad».

EL FONDEADERO DE LAS CORBETAS DESCUBIERTA Y ATREVIDA EN LAS ISLAS DE VAVAO VISTO DESDE EL OBSERVATORIO

Descubierta	*Atrevida*
—reloj de Berthoud núm. 13	—reloj de Berthoud núm. 10
—cronómetro de Arnold núm. 72	—cronómetro de Arnold núm. 71
—cronómetro del mismo núm. 61	—reloj de faltriquera de Arnold, propio de don José Bustamante, núm. 105.
—un cuadrante astronómico de Ramsdem, de 20 pulgadas de radio	—un cuadrante astronómico de Suson de 2 pies de radio
—cuatro anteojos astronómicos	—un reloj de segundos de faltriquera
—una aguja de inclinación de Nairne	—tres anteojos astronómicos
—dos agujas azimutales de Martínez y Knight	—una aguja de inclinación de Nairne
—dos teodolitos	—dos agujas azimutales de Nairne y Ringho
—un péndulo astronómico	—dos teodolitos
—un barómetro marino de Nairne	—un barómetro marino de Nairne
—uno *idem* de Magallanes	—uno *idem* de Magallanes
—dos barómetros de Megnie, preparados para el nivel de los mares	—un anteojo grande terrestre
—una cámara óptica	—cuatro *idem* chicos para expediciones de lanchas
—doce tubos capilares	—uno *idem* de noche
—un anteojo grande terrestre	
—cuatro chicos para expediciones de lanchas	
—uno *idem* de noche	
—un nivel de agua según los principios de Cartely	
—un recipiente para examinar el temperamento del agua a una profundidad cualquiera	

INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS A BORDO DE LAS DOS CORBETAS DE LA EXPEDICIÓN MALASPINA

Las dos corbetas de la expedición se construyeron en el Arsenal de la Carraca (Cádiz) bajo la dirección de Tomás Muñoz, ingeniero comandante del mismo: dos embarcaciones idénticas de 306 toneladas de arqueo, servidas por una tripulación de 102 hombres por nave. Ambas fueron bautizadas con los nombres de las dos hermanas sevillanas Santa Justa y Santa Rufina, luego llamadas por Malaspina *Descubierta* y *Atrevida*; honrando así la memoria de las que fueron comandadas por el capitán James Cook: *Endeavour* y *Resolution*. Además del armamento fueron dotadas con instrumental diverso: astronómico, botánico, físico, geodésico, meteorológico y químico. La nave capitana fue la Descubierta, siendo Malaspina su Comandante, auxiliado por seis oficiales subalternos (Cayetano Valdés y Juan Vernaci entre otros), un Oficial Director de Cartas y Planos, así como un Encargado de los ramos de Historia Natural, dos puestos ocupados respectivamente por Felipe Bauzá y el teniente Coronel Antonio Pineda. El Comandante de la corbeta Atrevida fue José Bustamante, auxiliado por otros seis oficiales subalternos (Dionisio Alcalá Galiano entre ellos) y el botánico Luis Née.

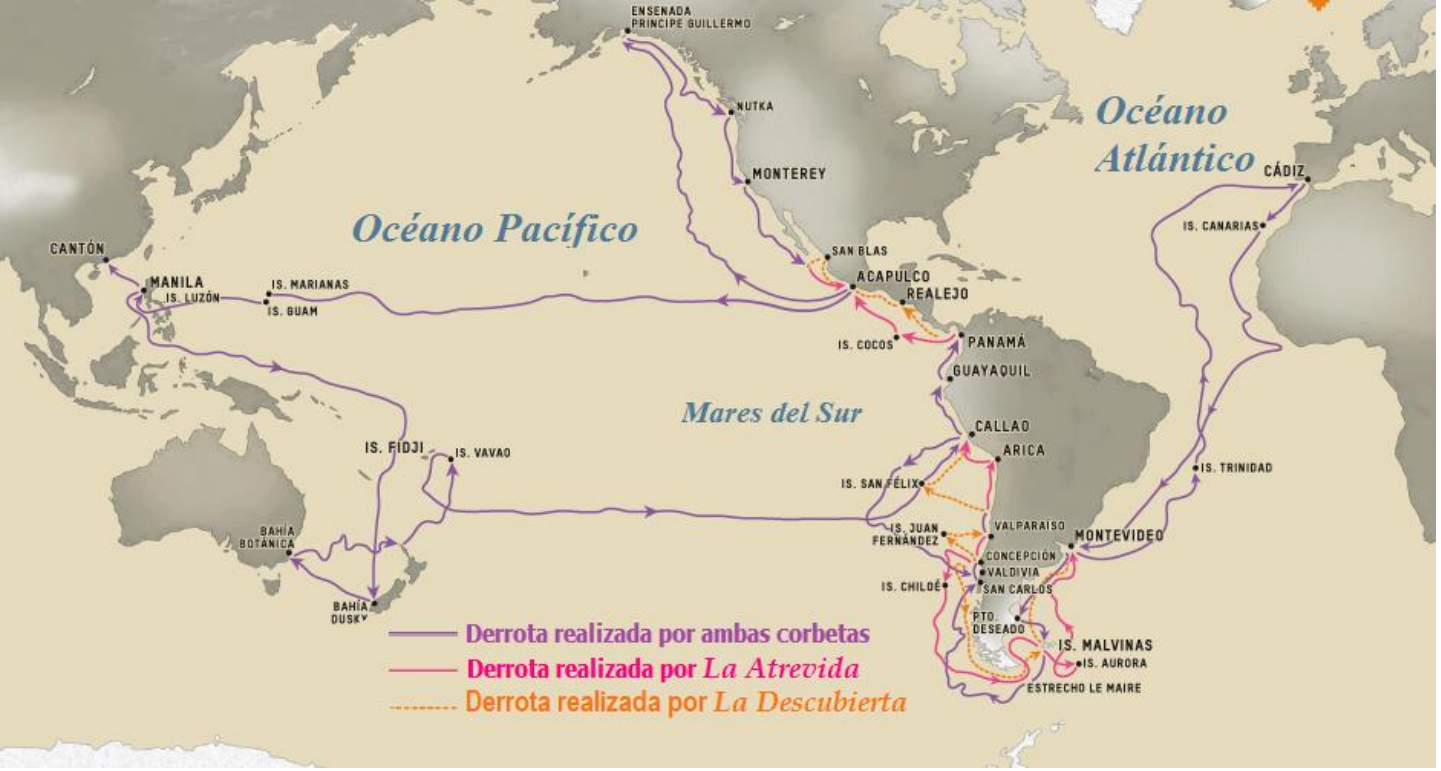
En la mañana del 30 de julio de 1789 partieron del Puerto de Cádiz las dos corbetas debidamente pertrechadas, rumbo a las Islas Canarias, llegando a Tenerife a mediodía del 3 de agosto. La primera determinación científica corrió a cargo de la Atrevida, al obtener el valor de la longitud del Pico del Teide con relación al meridiano de Cádiz; para ello usaron el método cronométrico con los relojes marinos de Arnold (71) y de Berthoud (10), con los resultados

CUARTO DE CÍRCULO DE RAMSDEN CON UN RADIO DE 50 CM

ESTUCHE DE DIBUJO USADO POR FELIPE BAUZÁ

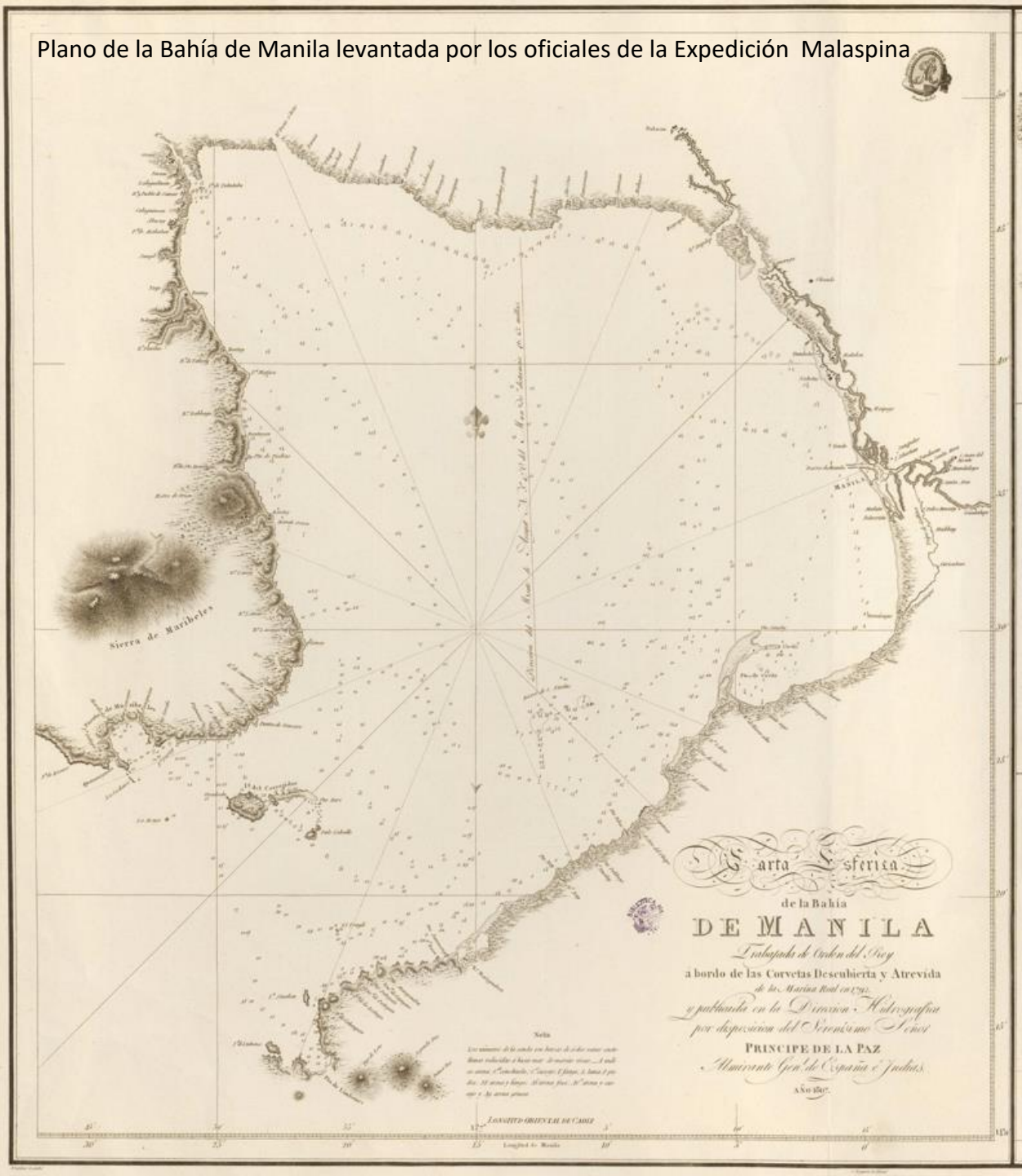
siguientes: 10º 21´44”, 10º 23´ 17” y 10º 23´49”, con un valor medio de 10º 22´ 57” Oeste (de ese modo se constató que en la expedición de J. Cook se cometió un error mayor de 20´). Al amanecer del día siguiente zarparon hacia Montevideo, cruzando la equinoccial por un punto cuya longitud fue de «17º 24´ según los relojes marinos y 17º 0´por setenta series de distancias lunares». A las tres y media de la tarde del 20 de septiembre fondearon las corbetas en Montevideo tras cincuenta y un día de navegación, permaneciendo en el Rio de la Plata casi dos meses y visitando las ciudades de Sacramento, Maldonado y Buenos Aires. Felipe Bauzá ascendió a la cumbre del monte Urdes el día 26 realizando con el teodolito una vuelta de horizonte para localizar entre otros puntos el Pan de Azúcar e Isla Flores. El 15 de noviembre levaron anclas para dirigirse a Puerto Deseado, en la costa patagónica, adonde llegaron el 2 de diciembre. El día 14 del mismo mes continuaron la travesía hacia las islas Malvinas, alcanzándolas cuatro días después. Al día siguiente zarparon las dos naves , para fondear en Valdivia tras tres días de navegación. Aprovechando la bonanza del tiempo, dispuso Malaspina que los oficiales de la Atrevida recorrieran la costa hasta Valparaíso, invirtiendo el tiempo necesario para realizar las observaciones astronómicas pertinentes, con el fin de hallar las coordenadas geográficas de los puntos más relevantes, Santiago capital incluida.

Reunión amistosa de los patagones con los tripulantes de la Descubierta



Acto seguido navegaron los expedicionarios por el litoral del Pacífico, atracando en Callao (el puerto de Lima), donde permanecieron hasta finales del mes de septiembre de 1790, recopilando toda clase de información. Siguiendo hacia el Norte, fondearon en marzo de 1791 en Acapulco, después de haber visitado Guayaquil, trasladándose algunos tripulantes a México; conversando allí con el virrey, impulsor de los reconocimientos geográficos de la costa noroeste. Seguidamente se dividió la expedición, tanto Pineda como Née y Alcalá Galiano permanecerían en Nueva España para efectuar las observaciones proyectadas, encargándose el tercero de las astronómicas; Por su parte, Malaspina y Bustamante partieron hacia la parte todavía ignota del extremo noroccidental del continente americano. La campaña en aquellas latitudes tan extremas duró hasta el verano de ese año 1791, efectuando el levantamiento topográfico de aquellas regiones hasta alcanzar Alaska; descartando la existencia mítica del paso del Noroeste, supuestamente localizado en el estrecho de Juan de Fuca. Tal como se indica en el la reseña de la expedición realizada por Real Academia de la Historia, «sus minuciosos y precursores estudios de la región constituyen hoy parte del patrimonio cultural de Canadá y Estados Unidos, así como sus trabajos en las colonias españolas contribuyeron a forjar las señas de identidad de las emergentes culturas y naciones criollas. Malaspina siguió redactando sus descripciones y reflexiones políticas, acusando a partir de esta campaña un giro en su discurso colonial, progresivamente menos axiomático y más cercano a lo singular, menos matemático y más histórico».

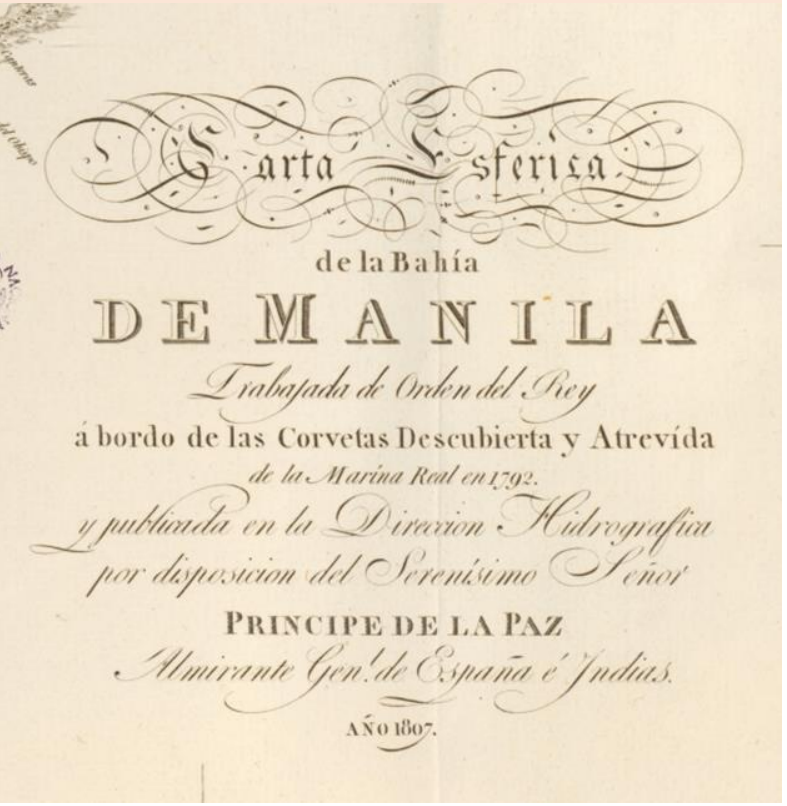
VISTA DE UNA GALERÍA NATURAL DE CIEN PIES DE LARGO Y DIEZ DE ANCHO, EN LA INMEDIACIÓN DEL PUERTO DEL DESCANSO, EN EL ESTRECHO DE JUAN DE FUCA



Plano de la Bahía de Manila levantada por los oficiales de la Expedición Malaspina

En el mes de octubre de 1791 regresaron a la ciudad de Acapulco, emprendiendo a finales de noviembre la travesía a las islas Filipinas, permaneciendo allí desde marzo a diciembre de 1792. Durante su estancia estudiaron su flora y fauna, además de formar mapas y trazar derroteros; mención especial fue la cuidada carta náutica de la bahía de Manila, en la que se incluyen resultados del sondeo de la misma. Las dos últimas visitas en los llamados Mares del Sur los llevaron hasta Australia y a las islas Vavao (Tonga), intercambiando en Puerto Jakson información con las autoridades inglesas. Ese puede ser considerado digno colofón de la expedición científica, aunque las dos corbetas no dieran la vuelta a la Tierra como estaba previsto, ya que el comandante Malaspina quiso regresar a América del Sur para concluir las observaciones astronómicas y trabajos cartográficos todavía pendientes. De ese modo volvieron a España doblando nuevamente el cabo de Hornos, llegando a Cádiz el 21 de septiembre de 1794. Malaspina cumplió gran parte de los objetivos científicos que había previsto: gran colección de mapas, interesantes observaciones gravimétricas, magnéticas y meteorológicas.

Cartela del Plano de la Bahía de Manila. La egolatría de Manuel Godoy (Generalísimo y Príncipe de la Paz) le llevó no solo a suprimir cualquier referencia a Malaspina y a sus oficiales, sino a figurar como artífice de una de sus obras.



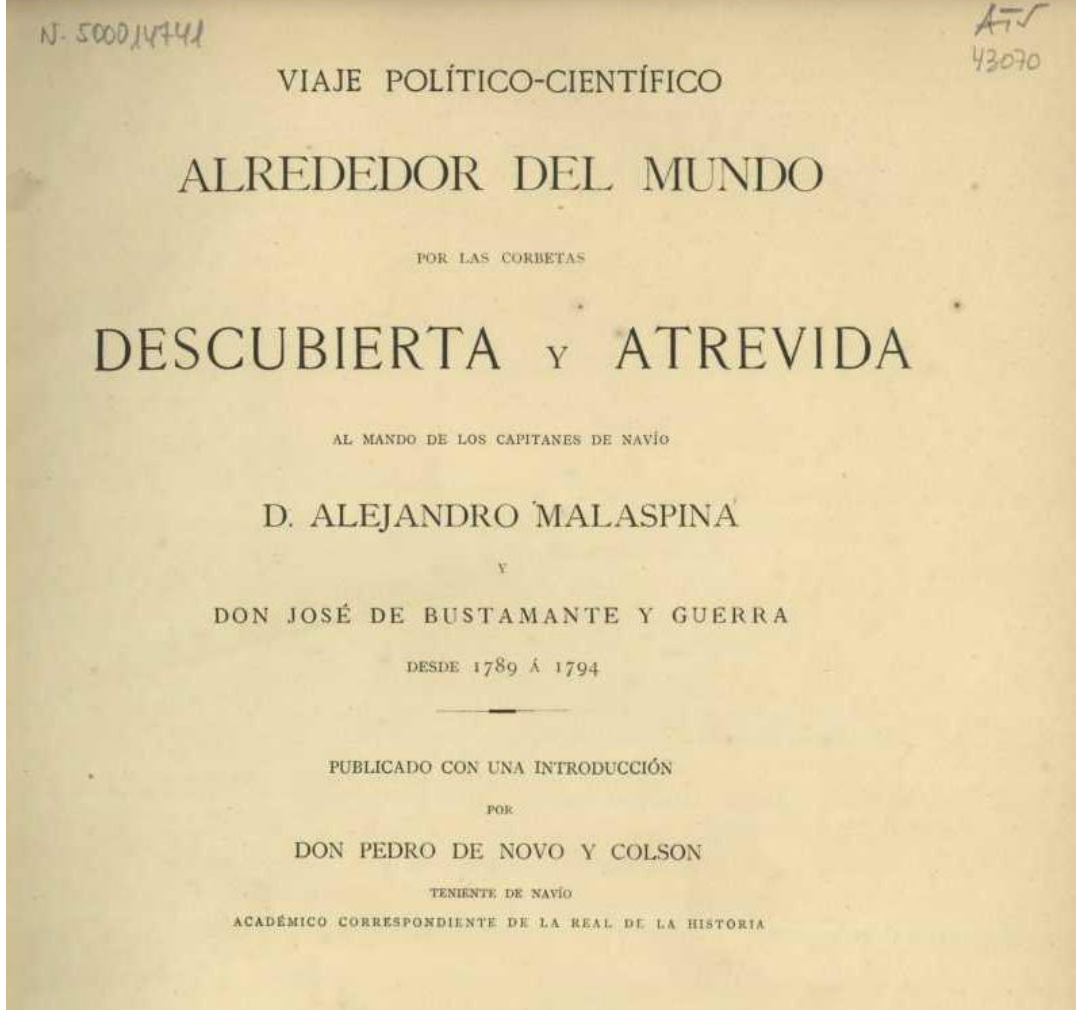
Francesco Melzi d'Eril, vicepresidente de la República Italiana en 1802

Cuando Malaspina se trasladó a Madrid, con algunos de sus oficiales, el 7 de diciembre de 1794, fue recibido con todos los honores por la familia real, de hecho fue ascendido a brigadier de la Armada (R.O. 24.III.1795). Su primera intención fue la de ordenar y publicar toda la información recopilada durante la expedición, en seis grandes tomos acompañados de mapas y láminas. Sin embargo, la acompañó acompañó de otra eminentemente política, que frustró la primera. En efecto, pronto mostró su intención de reformar profundamente la monarquía, a fin de que las colonias pudiesen constituir una comunidad de naciones emancipadas e independientes. Esa circunstancia unida a una clara animadversión hacia Godoy (Secretario de Estado), al que calificó de sultán en alguno de sus escritos (era el supuesto amante de la reina), hizo que de acuerdo con esta (celosa por otros amoríos del generalísimo) organizara la sustitución del ministro por el duque de Alba. Al fracasar la conspiración en noviembre de 1795, fue procesado y encarcelado en la prisión coruñesa de San Antón, donde pasó más de seis años, hasta que a finales de 1802 fue liberado por iniciativa de Napoleón, a instancias de Francesco Melzi d'Eril; no obstante fue desterrado de por vida a Italia. En marzo de 1803 desembarcó en Génova y continuó hasta Mulazzo, tras lo cual se instaló en la cercana Pontremoli y comenzó a ocuparse de los problemas políticos locales. En 1805 fue nombrado Auditor Asesor del Consejo de Estado del Reino de Italia. En 1807 fue admitido, con el título de *Addomesticato*, en la Sociedad Colombina de Florencia.

Pedro de Novo y Colson, em el año 1885, reivindicó por vez primera la importancia de la Expedición de Malaspina.

La condena de Malaspina significó también la censura de su obra y la ocultación de su nombre, teniendo que transcurrir casi cien años para que se reivindicase en su país de adopción la importancia de todos los trabajos que bajo su mandato se efectuaron en una expedición tan sobresaliente. Hasta el año 1885 no se editó la obra titulada *Viaje político-científico alrededor del mundo por las corbetas Descubierta y Atrevida al mando de los capitanes de navío D. Alejandro Malaspina y Don José de Bustamante y Guerra desde 1789 a 1794*, escrita por el dramaturgo gaditano Pedro de Novo y Colson, teniente de navío y miembro correspondiente de la Real Academia de la Historia, así como numerario de la Real Academia Española. Consta la obra de una interesante Introducción histórica firmada por el autor en Madrid el 8 de mayo de 1885, en la que se hicieron algunas reflexiones sobre la conveniencia de publicar ese trabajo y otras acerca de los viajes del marino italiano y su proceso; a él se añadió un apéndice relevante, en tanto que se trató del destierro de Malaspina y del plan para relatar sus viajes, encargado por este al sacerdote Manuel Gil. Tres fueron los libros en los que se describieron las etapas contempladas en la expedición, a saber: PRIMERO) Navegación de las Corbetas desde Cádiz a Montevideo, Costa Patagónica, Malvinas, Chile, Perú, Guayaquil y panamá. Acaecimientos y tareas en los puertos que visitaron; SEGUNDO) Navegaciones desde Panamá a las Costas de Guatemala y Nueva España; sucesivas indagaciones sobre la costa Noroeste de la América, en busca de la comunicación de los dos mares, Atlántico y Pacífico, indicada por el

navegante español Lorenzo Ferrer Maldonado*; escalas en Nutka y en Monterrey; regreso de las corbetas a Acapulco y acaecimientos en aquel Puerto, hasta el momento de dar la vuelta hacia las Islas Marianas y Filipinas; TERCERO) Continuación del viaje de las corbetas a las Islas Marianas y Filipinas; Varias excursiones en entrambos Archipiélagos, y navegación de la atrevida al Puerto de Macao, últimos reconocimientos en el Mar Pacífico sobre la tierra austral del espíritu santo, la Nueva Zelanda, La Nueva Holanda y las Islas de Vavao en el Archipiélago de los Amigos, regreso al Puerto de Callao; Nuevas indagaciones hidrográficas, hechas sobre las Tierras del Fuego, Las Malvinas, la Costa Patagónica y el Río de la Plata; Regreso al Puerto de Cádiz.


N. 5000/4741

AT
43070

VIAJE POLÍTICO-CIENTÍFICO

ALREDEDOR DEL MUNDO

POR LAS CORBETAS

DESCUBIERTA Y ATREVIDA

AL MANDO DE LOS CAPITANES DE NAVÍO

D. ALEJANDRO MALASPINA

Y

DON JOSÉ DE BUSTAMANTE Y GUERRA

DESDE 1789 Á 1794

PUBLICADO CON UNA INTRODUCCIÓN

POR

DON PEDRO DE NOVO Y COLSON

TENIENTE DE NAVÍO

ACADÉMICO CORRESPONDIENTE DE LA REAL DE LA HISTORIA

En la segunda edición de esta obra, incluyó el autor una curiosa nota final, firmada en el mes de enero de 1795, en la que se reconocía que en su trabajo solo se había seleccionado parte de la información proporcionada por Malaspina: «No menos de siete tomos en folio y no menos de dos millones de reales hubiera importado en aquella época la impresión completa y digna del viaje. Cierto que eran entonces de suma utilidad las setenta cartas levantadas por ellos, así como los dibujos que hoy ya carecen de importancia en su mayoría. Pero sin embargo de llamar compendio al presente volumen, hemos procurado encerrar en él todo lo más interesante y práctico, todo lo que puede aún servir de enseñanza a la Marina y de provecho a los navegantes. P. de N y C.»

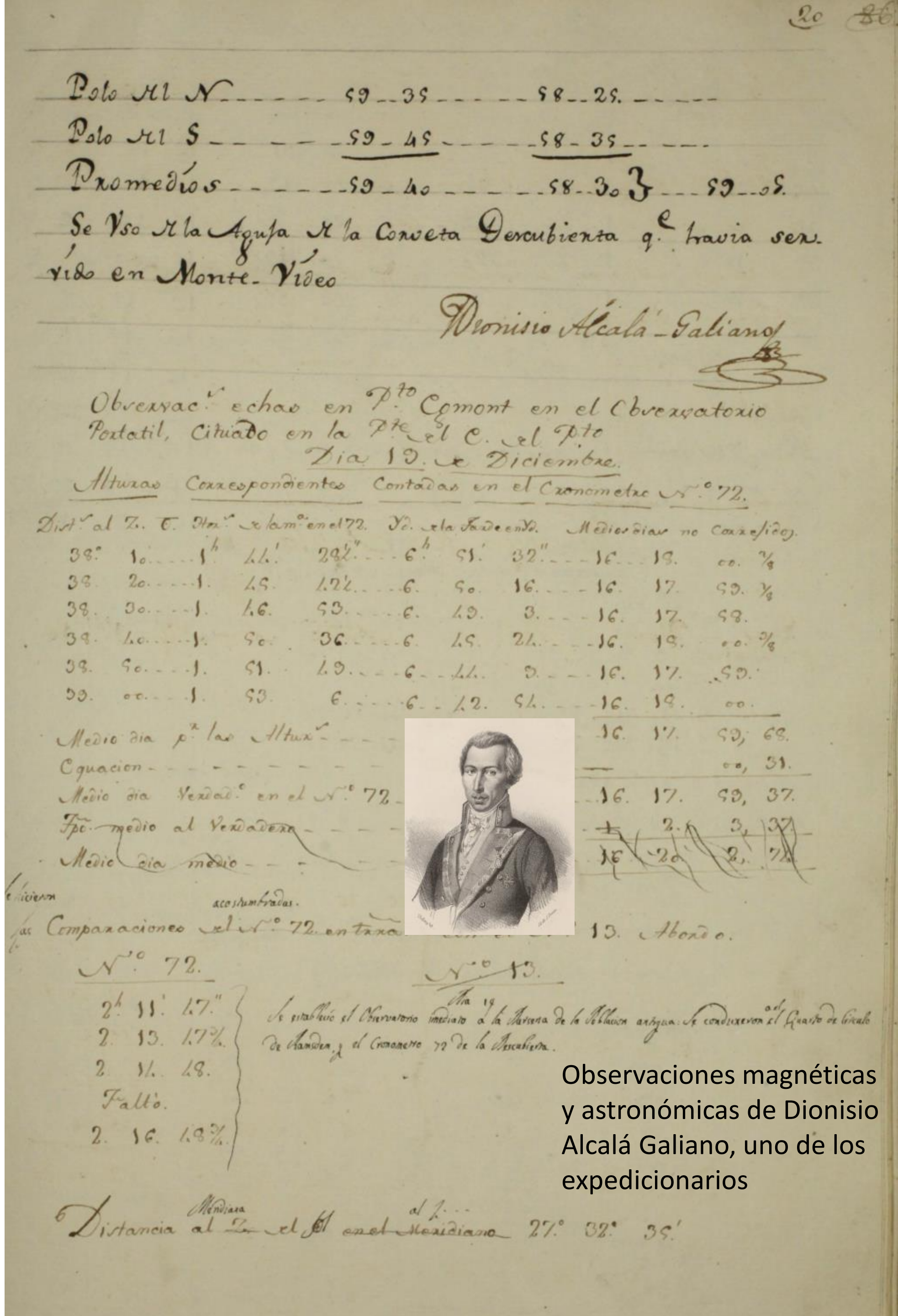
*Supuestamente había descubierto el mítico Estrecho de Anián en el año 1588

EL ESTRECHO DE ANIAN en el mapa de Mercator: *Septentrionalium Terrarum Descriptio* (1623)

El interés de Malaspina por las observaciones científicas realizadas durante la expedición, lo puso de manifiesto en su discurso preliminar, reproducido en la obra anterior como encabezamiento de la Relación General del Viaje. Ciertamente, allí dejó clara su intención de darlas a conocer en dos tomos: «el primero se formará con el voluminoso diario astronómico, las observaciones meteorológicas hechas en los puertos y en el mar, y los estados de la declinación de la aguja; lo hará luego sumamente útil e instructivo un tratado de navegación y geodesia que le hará preceder D. Dionisio Galiano, aplicando a una práctica bien comprobada, varios métodos tan útiles como nuevos que ha sugerido el estudio constante de la Astronomía y de los demás ramos que corresponden al pilotaje sublime; últimamente, en una Memoria separada, el Capitán de fragata D. Ciriaco Cevallos, expone con mucha claridad el resumen de nuestras experiencias sobre la gravedad de los cuerpos, hechas con el péndulo simple constante en diferentes paralelos de entrambos hemisferios, y las refiere al mismo tiempo a la figura de la Tierrra, no tan simétrica como se suponía, y luego a una medida universal, cuya comprobación constante e invariable en diferentes parajes, dependa sencillamente de los resultados de las experiencias hechas hasta ahora , o por nosotros o por los

viajeros que nos han precedido. Corresponderán después al otro tomo, que será el sexto de la obra general, la recopilación de los elementos que han servido de base a nuestras cartas y los derroteros de las navegaciones que estas comprenden. Un tratadito sobre los vientos y las corrientes y otro sobre las derrotas más breves por alta mar de uno a otro paraje del globo, cualesquiera que sean las estaciones del año, hará ver a continuación, cuantas son las vías, y cuanto son fáciles para comunicarse continuamente entre si la América, el Asia y la Europa».

Consultando la crónica de la expedición se comprueba que la práctica totalidad de los lugares visitados por los expedicionarios fueron localizados por su par de coordenadas geográficas, con la particularidad de que en los más singulares se concretaba la metodología empleada para determinar la longitud: distancias de la Luna al Sol o a otras estrellas, eclipses de los satélites de Júpiter y procedimientos exclusivamente cronométricos, principalmente; clara evidencia de que aún no estaba resuelto del todo el problema de su obtención. Tales determinaciones proporcionaron una fuente de información geográfica considerable, que fue aprovechada para la preparación de publicaciones posteriores. Quizás fuese Felipe Bauzá el primero en hacerlo, al redactar su *Discusión sobre las longitudes de la costa de Chile y Perú*, un trabajo que fue reproducido por Pedro de



Observaciones magnéticas y astronómicas de Dionisio Alcalá Galiano, uno de los expedicionarios

TABLAS

DE

LATITUDES Y LONGITUDES

DE LOS

PRINCIPALES PUNTOS

DEL

RIO DE LA PLATA,

NUEVAMENTE ARREGLADAS AL MERIDIANO QUE PASA POR LO MAS OCCIDENTAL DE LA ISLA DE FERRO;

POR

D. ALEJANDRO MALASPINA,

BRIGADIER DE LA REAL ARMADA.

EN SU VIAGE

AL REDEDOR DEL MUNDO.

Primera Edicion.

BUENOS-AIRES.

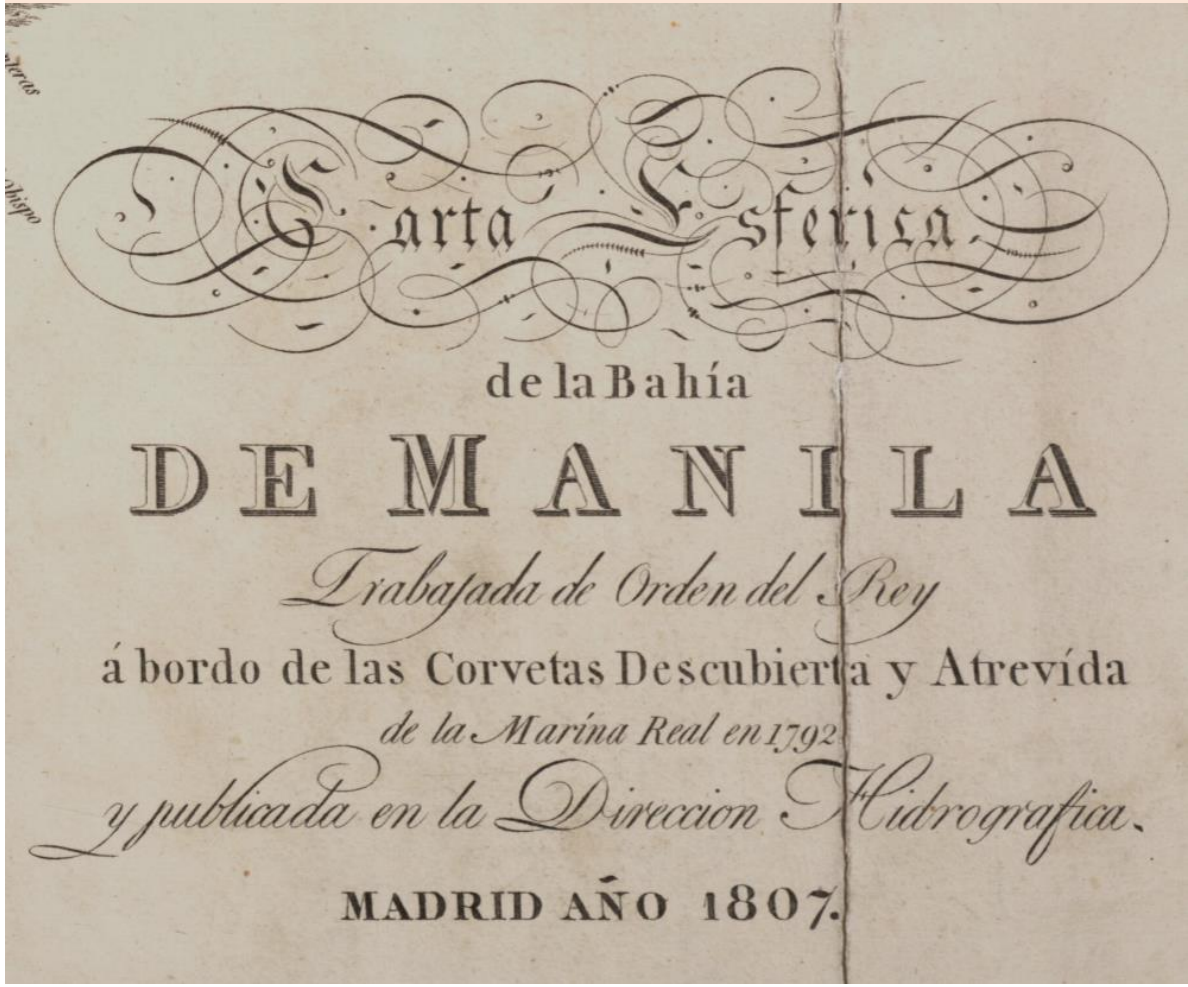
IMPRENTA DEL ESTADO.

1837.

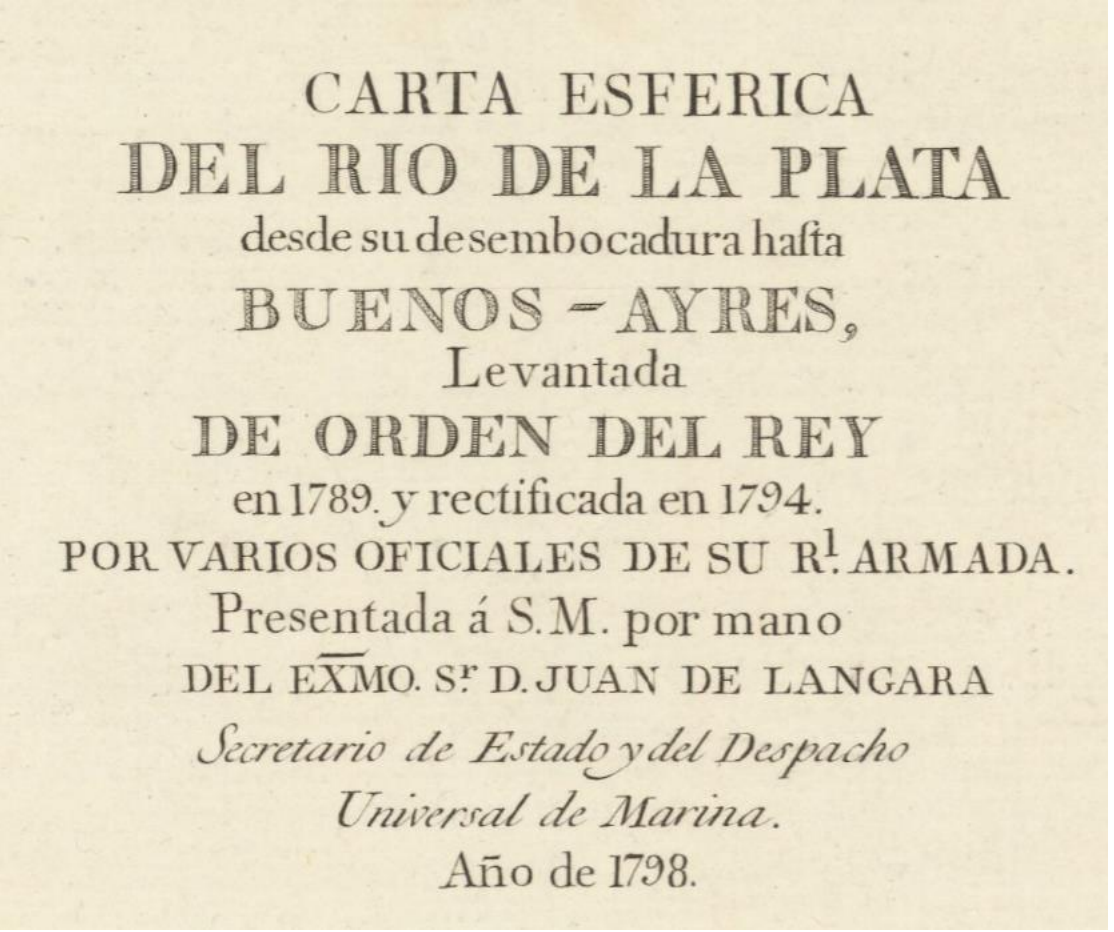
Pedro de Angelis

En este artículo Bauzá se apoyó también en otras determinaciones previas y posteriores a las de la expedición, mostrando desde el principio su conocimiento del problema de la longitud: «Es sabido que las determinaciones más propias para situar los puntos del globo astronómicamente , son las ocultaciones de las estrellas por la Luna, los eclipses de Sol, los de los satélites de Júpiter y eclipses de Luna, y en su defecto, por medio de los cronómetros marinos cunado se puede averiguar su movimiento en cortos periodo de tiempo…Por lo tanto, en esta pequeña discusión manifestaré no solo los datos que hay por observaciones hechas por individuos nacionales, sino también aquellas que hayan hecho los extranjeros, para poder proceder con acierto en asunto de tanta importancia». Otro de los autores que usó los datos de Malaspina fue el historiador Pedro de Angelis (súbdito del Reino de las dos Sicilias), el cual publicó en Buenos Aires (1837) las *Tablas de latitudes y longitudes de los principales puntos del Río de La Plata, nuevamente arregladas al meridiano que pasa por lo más occidental de la isla de Ferro; por don Alejandro Malaspina, brigadier de la Real Armada, en su viaje alrededor del mundo*. En su prólogo recordó la denuncia formulada en su momento por A. von Humboldt, señalando que los mapas publicados en Madrid después de 1799, fundados en gran parte en las observaciones realizadas en la expedición de Malaspina, en vez de su nombre solo llevaban el de las corbetas Descubierta y Atrevida.

Cartela del Plano de la bahía de Manila sin la inclusión del nombre de Godoy, Almirante Generalísimo de España e Indias.



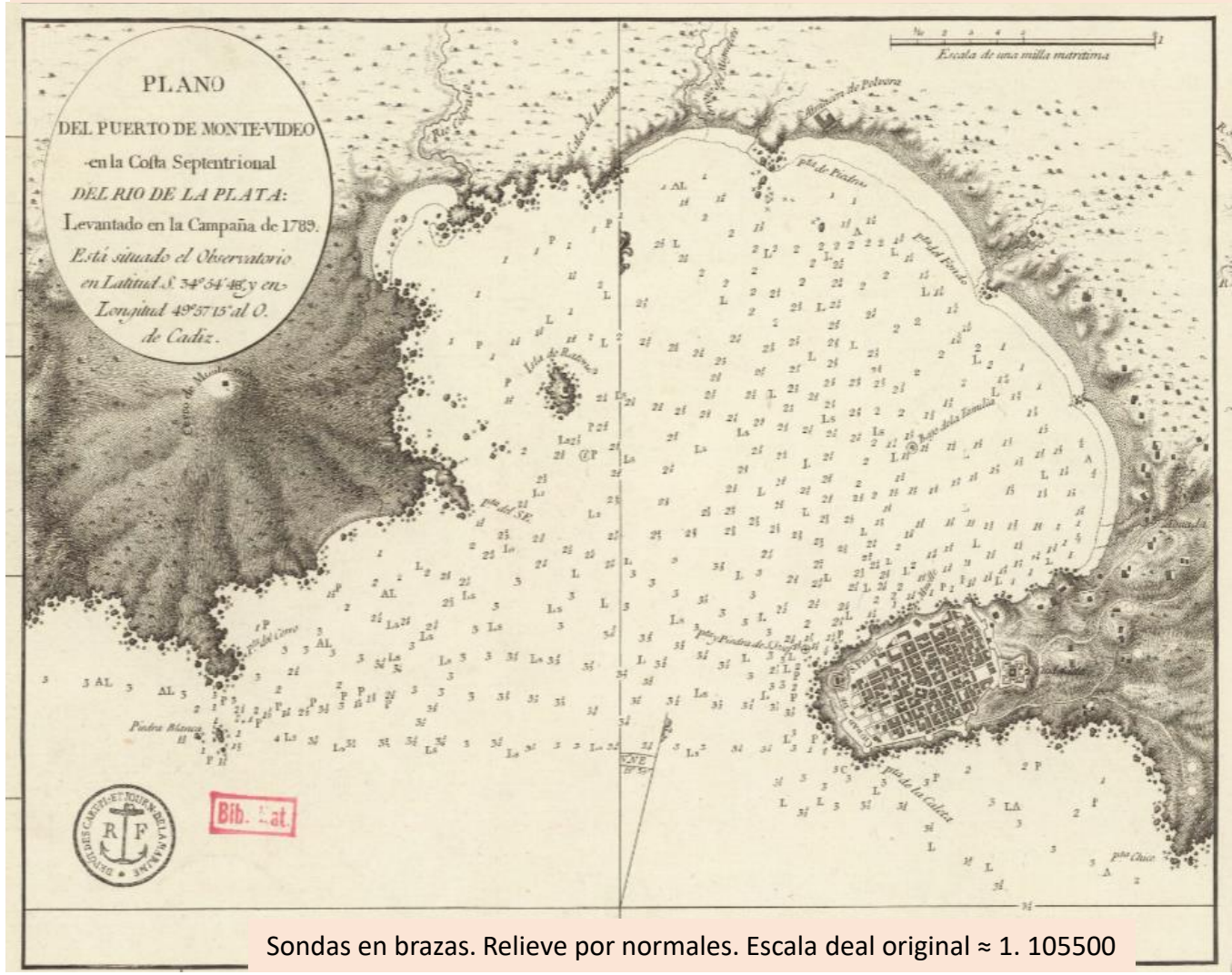
Esas tareas, tan propias de la geografía astronómica fueron complementadas con una extensa actividad topográfica, cumpliendo así unos de los principales objetivos de la expedición de Malaspina. Toda ella fue plasmada en una notable colección de mapas, planos, cartas náuticas, vistas panorámicas y otras estampas; la cual constituye un valioso legado para la cartografía histórica de los territorios explorados. Aunque la censura impuesta por Godoy pudo favorecer la desaparición de valiosa documentación, gran parte del legado fue usado por Felipe Bauzá para conformar su ingente producción cartográfica (en la *British Library* se conserva la llamada *Bauza Collection*, identificada como MSS. 17556-676). Asimismo, ha de añadirse que se conservan mapas formados por oficiales relevantes mientras servían a las órdenes de Malaspina; dos de ellos son dignos de mención. Dionisio Alcalá Galiano y José Espinosa y Tello. Alcalá Galiano, junto a Cayetano Valdés fue el autor de la *Carta Esférica de los reconocimientos hechos en 1792 en la Costa N.O. de América para examinar la entrada de Juan de Fuca y la internación de sus Canales navegables*. Espinosa y Tello, formó la Carta Esférica de la parte Interior de la América Meridional para manifestar el camino que conduce desde Valparaíso a Buenos Aires, la cual se basó en las observaciones astronómicas que hizo por aquellos parajes en el año 1794, junto a Felipe Bauzá; siendo ambos marinos, oficiales al mando de Malaspina.


CARTA ESFERICA
DEL RIO DE LA PLATA
desde su desembocadura hasta
BUENOS - AYRES,
Levantada
DE ORDEN DEL REY
en 1789. y rectificada en 1794.
POR VARIOS OFICIALES DE SU R.l ARMADA.
Presentada á S.M. por mano
DEL EXMO. Sr D. JUAN DE LANGARA
Secretario de Estado y del Despacho
Universal de Marina.
Año de 1798.

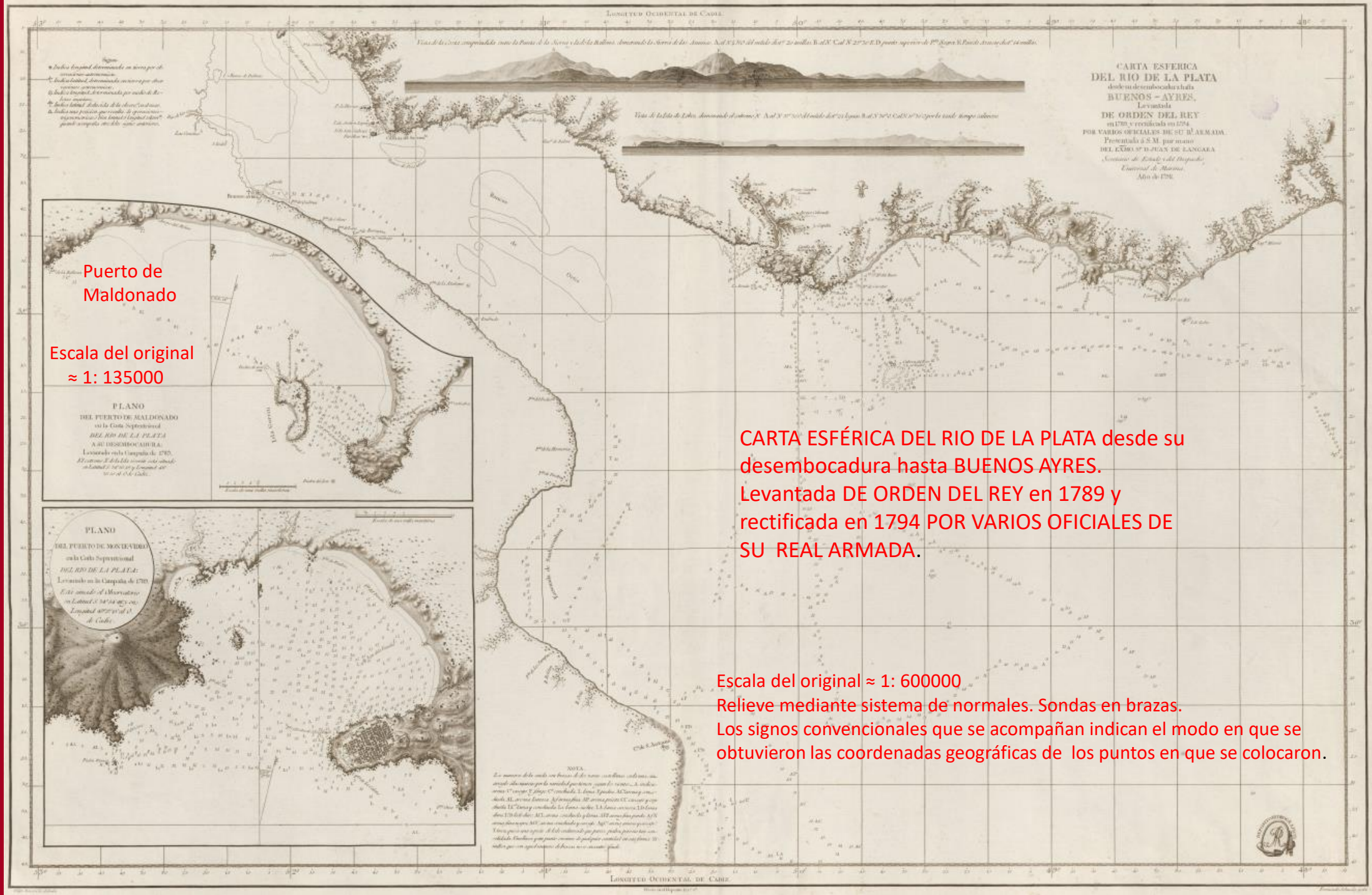
A propósito de las Cartas Esféricas, es obligado comentar la génesis de la referida al *Rio de la Plata, desde su embocadura hasta Buenos Aires, y en la costa inmediata oriental hasta el Cabo de Santa María, trabajada a bordo de las corbetas de S. M. , Descubierta y Atrevida. Año de 1789*; haciendo para ello una selección del texto reproducido en la obra de Novo y Colson. Las primeras observaciones astronómicas se realizaron en Montevideo, asignado a su longitud un valor provisional de 50º 5´45" al Oeste de Cádiz; basándose para ello en las diferencias entre las horas locales del lugar y las fijadas en las tablas astronómicas, referidas a la posición de la Luna y a los satélites de Júpiter. En cuanto a las latitudes de los diferentes puntos, se obtuvieron realizando las observaciones correspondientes con sextantes o cuartos de círculo. Para situar la isla de Lobos se efectuó una triangulación apoyada en una base «de una milla escasa», localizada junto a Maldonado, cuyo puerto fue situado por intersección directa a partir de la Isla Gorrite y de la Punta de la Ballena. Para ligar la costa hasta Montevideo, se realizaron vueltas de horizonte en la cumbre del Pan de Azúcar y en Punta Negra, Finalmente, se midieron otras dos bases, una en Puerto Maldonado y otra en la Punta de las carretas, «unen de tal modo a los triángulos traídos desde la Punta del Este, quelas diferencias parciales en latitud y longitud relativamente al Pan de Azúcar, son absolutamente iguales al total de las diferencias observadas entre Montevideo y la Isla Gorrite». La Isla Flores también fue localizada por intersección directa. En el Banco Inglés se obtuvieron

repetidos valores de su latitud y longitud. Tras los trabajos de sondeo, prosiguió la triangulación hasta el río Santa Lucía, «el reloj 105 y una altura meridiana del Sol, tomada con el sextante, determinan directamente la posición de un extremo de la Isla san Gabriel: las demás contiguas, los arrecifes que las rodean y los puntos de la costa inmediata, inclusa la misma colonia, están sujetas a marcaciones y enfilaciones, aunque capaces de algún leve error, por haberse tomado con una aguja portátil y estar sujetas, no a base medida, sino a unas distancias echadas a ojo». La diferencia de longitudes entre Buenos Aires y Montevideo, se obtuvieron cronométricamente en una travesía de pocas horas y examinada inmediatamente antes y después; «la latitud se ha observado con el cuarto de círculo grande y entrambos datos se han traído al fuerte». Todos los puntos sitos entre la Plaza Mayor de Buenos Aires y la Ensenada Barragán se enlazaron mediante una triangulación, determinando a continuación toda la costa hasta el frontón del cabo San Antonio. La delineación del plano fe realizada por Felipe Bauzá y el grabado por Fernando Selma. La presentación del mismo corrió a cargo de Juan de Langara, que al igual que Godoy quiso cobrar el protagonismo que ambos robaron a Malaspina.

Plano del Puerto de Montevideo, en la Costa Septentrional del Rio de la Plata. Levantado en la campaña de 1789. está situado el observatorio en latitud S. 34º 54´48” y en longitud 49º 57´152 al O. de Cádiz.



Sondas en brazas. Relieve por normales. Escala deal original ≈ 1. 105500



CARTA ESFÉRICA DEL RIO DE LA PLATA desde su desembocadura hasta BUENOS AYRES.
Levantada DE ORDEN DEL REY en 1789 y rectificada en 1794 POR VARIOS OFICIALES DE SU REAL ARMADA.

Escala del original ≈ 1: 600000
Relieve mediante sistema de normales. Sondas en brazas.
Los signos convencionales que se acompañan indican el modo en que se obtuvieron las coordenadas geográficas de los puntos en que se colocaron.

Epílogo. La Lealtad de José Espinosa y Tello (1763-1815)

Sin el ánimo de restar importancia a la publicación de Pedro de Novo y Colson, ha de reseñarse la existencia de un extensísimo informe eminentemente técnico y de carácter oficial que vio la luz en el año 1809. El autor fue el ya citado José Espinosa y Tello, que en su momento sirvió a las órdenes de Alejandro Malaspina, habiendo elegido como título el siguiente *Memorias sobre las observaciones astronómicas hechas, por los navegantes españoles, en distintos lugares del globo: las cuales han servido de fundamento para la formación de las cartas de marear publicadas por la Dirección de Trabajos Hidrográficos de Madrid. José Espinosa y Tello . Imprenta Real.* Madrid (1809). Espinosa era a la sazón Jefe de Escuadra de la Real Armada y primer Director de dicho establecimiento. Las Memorias a que se refiere el título son las siguientes: I) De lo correspondiente a las costas de España y África; las del mar Mediterráneo, islas Canarias y de los Azores; II) De las costas del continente de América y sus islas, desde Montevideo por el cabo de Hornos, hasta los 60º de latitud N; III) De las islas Marianas, Filipinas, Nueva Holanda y Archipiélago de los amigos ; IV) De las costas de América septentrional y sus islas. A modo de prólogo se incluyó un discurso preliminar, para informar sobre los progresos y estado de la hidrografía en España, escrito por Luis María de Salazar y Salazar, Intendente general de Marina. Dejando de lado el análisis de tan interesante y extensa (170 páginas) lección de historia, solamente se referirá la valiente reivindicación que hizo de la Expedición de Malaspina. Tras realizar un breve comentario de su periplo, añadió: «El público ciertamente esperaba con ansia

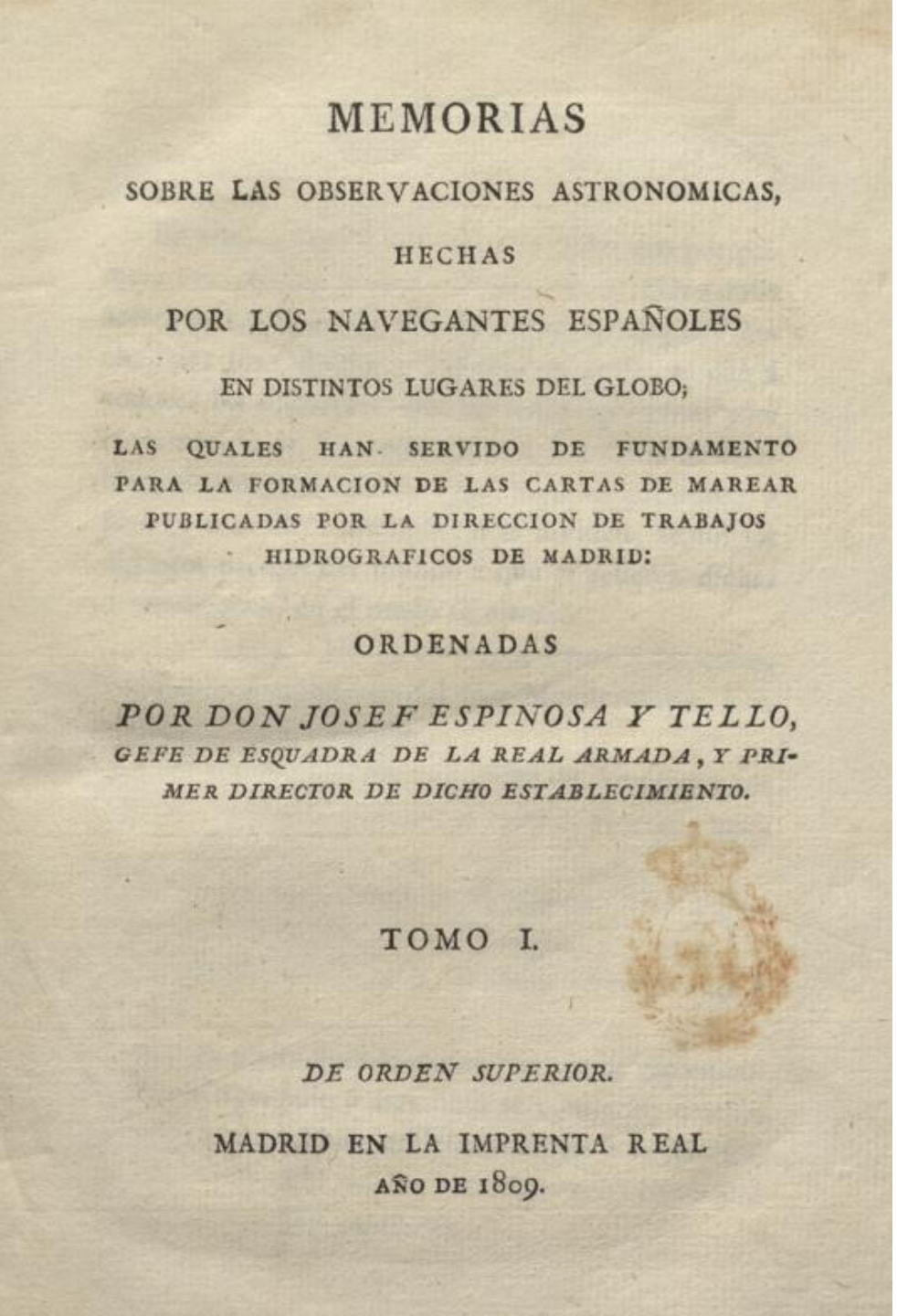
ver el fruto de tal empresa; y a la verdad era muy de desear que no quedasen obscurecidos ni olvidados unos trabajos tan importantes. La común utilidad de los navegantes, los progresos de su arte, la perfección de la hidrografía, y la gloria de la misma nación, se interesaban en que saliesen a luz. Sin embargo, contra todos estos poderosos motivos, y contra todas nuestras esperanzas y deseos, el viaje de las corbetas sufrió la suerte y el olvido que por desgracia han tenido en España otras muchas obras clásicas de esta especie y los nombres de sus autores. Con harta razón nos lamentamos pues ahora de esta fatalidad; pero no sería bien que nos introdujésemos a discurrir sobre las causas de que ha provenido. Debiendo consolarnos la reflexión de que ya que no hayamos logrado ver impresa la relación importante de tan curiosa expedición, al menos no se han perdido los frutos de ella, como era de temer que sucediese, a no haberse reunido en la Dirección de hidrografía todo cuanto se trabajó entonces en lo concerniente a este ramo, y consta en las Memorias segunda y tercera que ahora da a luz».

Luis María de Salazar y Salazar

MEMORIA SEGUNDA.

OBSERVACIONES PRACTICADAS EN LAS COSTAS DEL CONTINENTE DE AMÉRICA Y SUS ISLAS DESDE MONTEVIDEO POR EL CABO DE HORNOS, HASTA LOS 60° DE LATITUD SEPTENTRIONAL: CON UN APÉNDICE EN QUE SE DA RAZON DE VARIAS OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS Y FÍSICAS, HECHAS EN UN VIAGE POR EL INTERIOR DE LA AMÉRICA MERIDIONAL, Y DE LAS EXECUTADAS EN AMBOS HEMISFERIOS CON UN PÉNDULO INVARIABLE.

Espinosa aprovechó su ascenso para ser meridianamente claro en la introducción de la segunda Memoria, siendo su intención



MEMORIAS

SOBRE LAS OBSERVACIONES ASTRONOMICAS,

HECHAS

POR LOS NAVEGANTES ESPAÑOLES

EN DISTINTOS LUGARES DEL GLOBO;

LAS QUALES HAN SERVIDO DE FUNDAMENTO PARA LA FORMACION DE LAS CARTAS DE MAREAR PUBLICADAS POR LA DIRECCION DE TRABAJOS HIDROGRAFICOS DE MADRID:

ORDENADAS

POR DON JOSEF ESPINOSA Y TELLO,

GEFE DE ESQUADRA DE LA REAL ARMADA, Y PRIMER DIRECTOR DE DICHO ESTABLECIMIENTO.

TOMO I.

DE ORDEN SUPERIOR.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL

AÑO DE 1809.

«tratar únicamente de las tareas hidrográficas practicadas…para trazar las cartas marítimas de que ya disfruta el púbico, y lo haremos con la posible concisión en cuanto baste a dar una idea del buen éxito que tuvo tan útil empresa, en cuyo progreso y como base fundamental de ella se hicieron las observaciones astronómicas que contiene esta Memoria». La exposición de su contenido la estructuró en cuatro apartados, figurando en el último de ellos otra serie de observaciones, «que interesan mucho la geografía física y la náutica, como son las del péndulo invariable, las de la variación e inclinación de la aguja, las de las mareas, las de la velocidad del sonido, y las del barómetro y termómetro aplicadas a la averiguación de las diferencias del nivel de los lugares en que se ejecutaron; las incluimos asimismo en esta memoria en estados que comprehenden no solo las hechas en las costas de América, sino también las practicadas en el Océano Pacífico, y en los mares de Asia, para que teniéndolas todas reunidas puedan más bien sacarse las consecuencias o resultados generales a que den lugar, y hacerse las comparaciones que convengan».

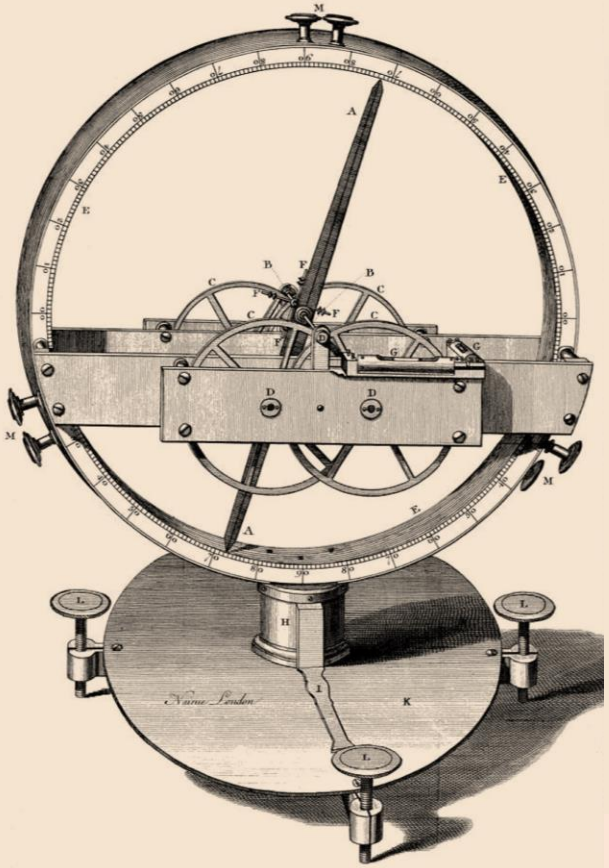
Para dar cuenta de dichas tareas, redactó una especie de diario de operaciones, proporcionando los datos, lugares y operadores correspondientes. Con relación a las observaciones magnéticas, apuntó espinosa que las hicieron en varios de los puertos en que fondearon,

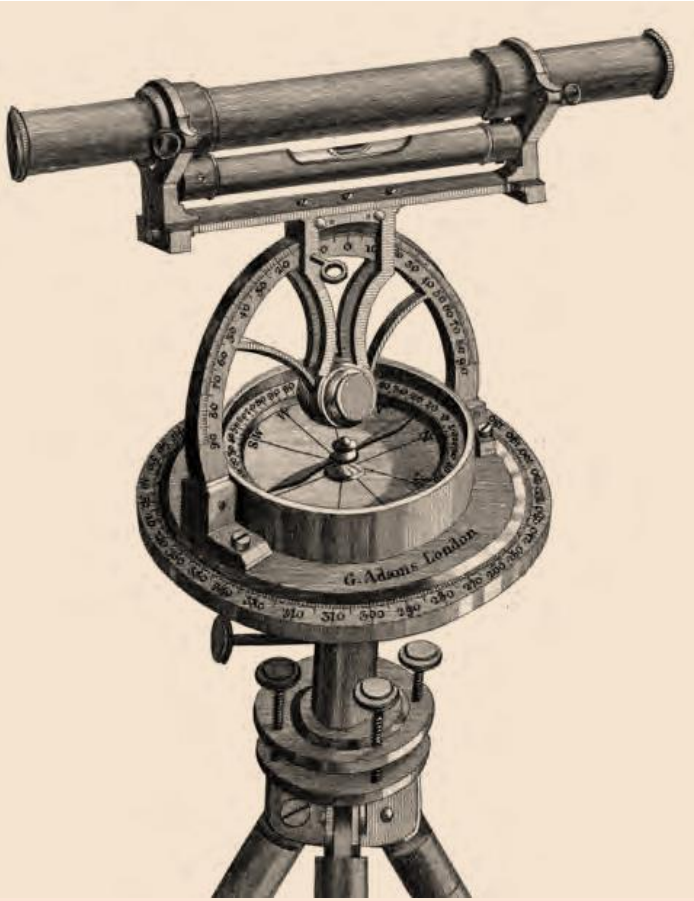
«valiéndose para las de inclinación de una excelente aguja construida por Nairne…y para observar la variación magnética empleamos los teodolitos de la colección remitida de Londres por el Señor Magallanes hechos por Jorge Adams».

En Montevideo el 10 y 23 de Setiembre de 1789.

	La cara del instrumento al E.	al O.
El extremo de la marca N..	42° 35′	42° 50′
El extremo de la marca S...	43° 05′	43° 20′
Repetida el 23.....	41° 00′	41° 40′
	41° 10′	42° 10′
Promedios.....	41° 57′½	42° 30′
Inclinacion media del Polo S. de la aguja.....		42° 13′¾
Variacion magnética N. E.....		13° 40′

Aguja Nairne. 1772





Teodolito de George Adams c. 1781

Varios fueron los lugares en que se estacionaron los instrumentos magnéticos: Montevideo, Puerto Deseado, Puerto Egmont de las islas Malvinas, Manila y Puerto Jakson (Australia), entre otros. «estas fueron las observaciones que practicamos en las épocas referidas para encontrar la inclinación de la aguja y su variación magnética. Siempre las hicimos en tierra en el Observatorio, y aunque hubiéramos deseado practicar también en el mar las de inclinación en el discurso de nuestro dilatado viaje, no lo hicimos porque nunca nos pareció que la embarcación estaba en bastante reposo para poder conseguir resultados de confianza».

Resúmen de las observaciones hechas sobre las mareas para manifestar el establecimiento ú hora de la pleamar en varios puertos de América y Asia en los dias de plenilunio ó novilunio, y la elevacion y corriente de las aguas en la misma época.

Nombres de los lugares.	Horas de la pleamar.		Pies que sube la marea.	Velocidad horaria de la corriente.
			P. p.	
Isla Fernando Noroña.....	4h 00′	t.e	5....4	
Isla Trinidad del S.	4h 00′	t.e	11..00	
Puerto Deseado....	1h 00′	t.e	36..00	De 4 á 5 millas.
Puerto de la Soledad en Maluinas.	4h 30′	t.e	7..00	
Puerto Egmont en idem.....	6h 50′	t.e	9....6	1 milla en el fondeadero.
S. Cárlos de Chiloe.	11h 00′	m.a	22..00	De 3 á 3½ millas.
Concepcion.....	10h 00′	m.a	6..00	
Valparaiso.....	9h 25′	m.a	3....2	
Coquimbo.....	2h 37′	t.e	6..00	
Callao de Lima.....	6h 15′	m.a	3....6	
Guayaquil.....	7h 19′	m.a	12....4....3	millas.
Panamá.....	4h 20′	t.e	17 .00	
Realejo.....	2h 43′	t.e	6..00	
Acapulco.....	1h 19′	t.e	4....6	
Monterey.....	8h 00′	m.a	3....6	
Isla Guaxan en las Marianas.....	8h 20′	m.a	1....6	
Palapa en Filip.s ...	6h 10′	t.e	5....6	
Puerto de Cavite en idem.....	10h 40′	m.a	2....5	

NOTA. Las observaciones de mareas en Fernando Noroña, y la isla Trinidad las hizo el Señor Don Juan de Lángara en 1774.

La observación de las mareas fue otro de los propósitos contemplados en la Expedición Malaspina, Espinosa comentaba en la Memoria que « tuvimos especial cuidado en nuestro viaje de hacer observaciones sobre tan importante materia; tanto mas que sabíamos se carece de ellas hasta ahora por lo relativo á las costas de la América meridional que hemos visitado, y lo mismo por lo que hace á las islas Marianas y Filipinas. Nuestra corta mansión en muchos surgideros solo nos permitió averiguar con certidumbre su establecimiento el día del plenilunio, y la elevación y curso de las aguas en dicha época; pero en Guayaquil, Panamá, Realejo y Acapulco, donde estuvimos mas de asiento, hicimos observaciones mas prolijas. Por lo que empezaremos por dar estas, y pondremos después un resumen o estado general de todas las que hemos practicado en nuestras campañas de 1789, 90, 91 y 92 para que puedan considerarse bajo un mismo punto de vista».

En Cavite en la bahía de Manila.

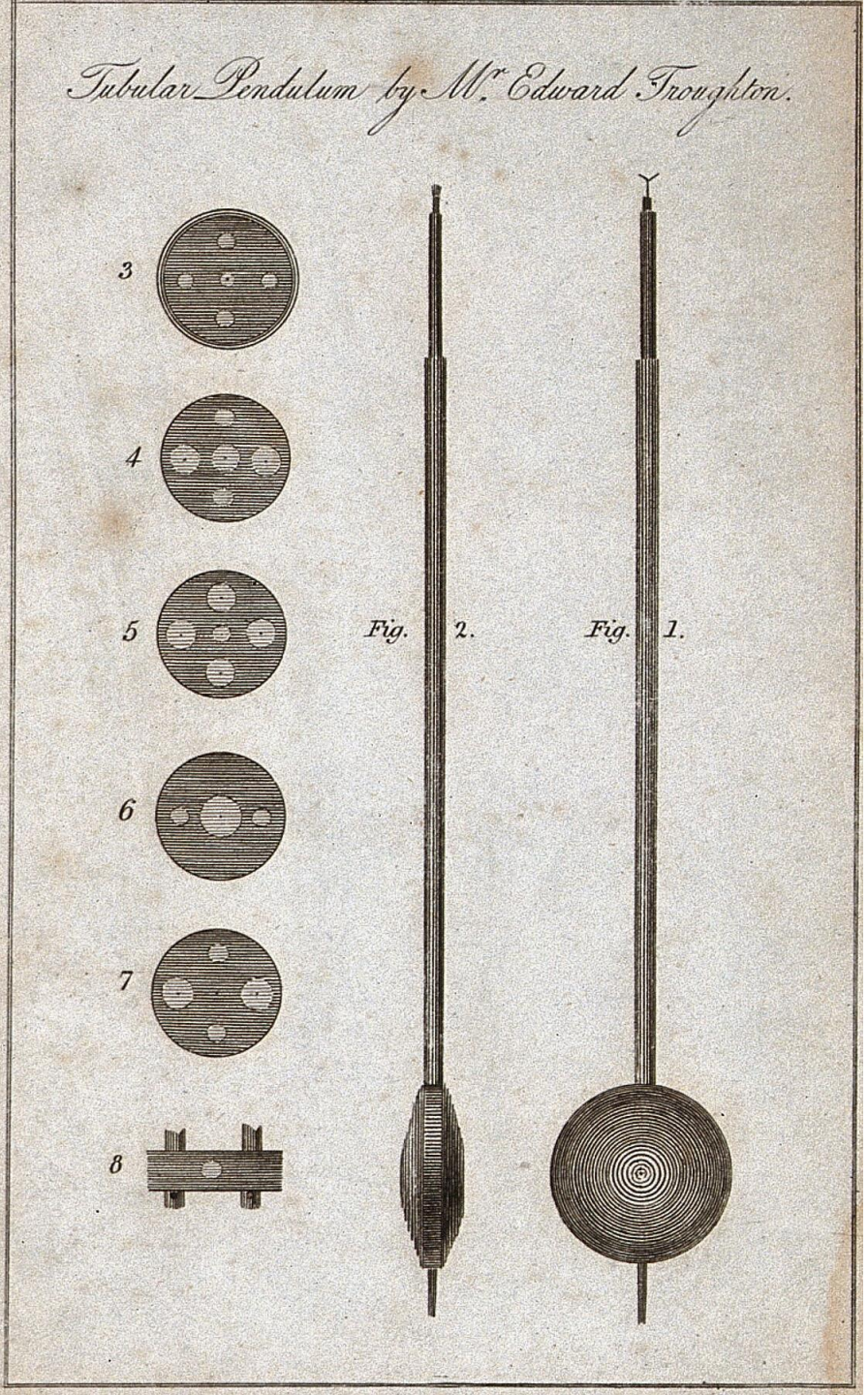
P....Pies,
p...Pulgadas

Fases de la Luna.	Dias del mes de Octubre.	Horas de la pleamar.	Horas de la baxamar.	Cantidad media que subió ó baxó la marea.
				P. p.
	23	4h 30′ m.a	1h 00′ t.e	2.....7
	24	6h 00′ m.a	2h 00′ t.e	2.....0
	28	9h 15′ m.a	4h 40′ t.e	2.....3
Luna llena á las 6h 27′ de la mañana...	29	10h 45′ m.a 11h 15′ n.e	4h 40′ t.e	2....10 .....

NOTA. Resulta el establecimiento del puerto de Cavite ó la hora de la pleamar el dia del plenilunio á las 10h 40′ de la mañana.

La Memoria II de Espinosa tuvo un Apéndice, cuyo tercer apartado es de singular importancia para la historia de la gravimetría española, su título así lo certifica: *Experiencias sobre la gravedad hechas con un péndulo invariable en los puertos de Europa, América y Asia, mar Pacífico y Nueva Holanda en el viaje de las corbetas Descubierta y Atrevida*. La inclusión de ese capítulo gravimétrico obedece a una orden del 22 de diciembre de 1790, comunicada a Malaspina por el Ministro de Marina Antonio Valdés. En ella se comentaba la iniciativa metrológica de Francia, relacionada con la futura implantación del Sistema Métrico Decimal, y la posibilidad de que la nueva unidad de las medidas lineales fuese la longitud del péndulo que batía segundos a una latitud de 45º. Deseoso el Rey de España de aprovechar esa circunstancia para propiciar el desarrollo de la geografía, decidió que se efectuasen observaciones sobre ese particular, ejecutándolas «en los lugares convenientes, para que comparadas con las que han de verificarse en aquel reino, puedan perfeccionar los conocimientos actuales sobre la verdadera figura de la tierra, determinando si el hemisferio meridional es mas aplanado, ¿cuál sea esta diferencia y las demás que pueda haber en la forma exterior de nuestro globo, supuesto que su superficie no sea tan simétrica como comúnmente se imagina? Como estos puntos han de resolverse por las medidas de varios grados en diferentes regiones, o por las observaciones del péndulo en cierto número de lugares, conducen á V. S. uno, construido de intento con el mayor cuidado, los Tenientes de Navío Don Josef de Espinosa y Don Ciriaco Cevallos».

VISTA DE LA POBLACIÓN Y PUERTO DE ACAPULCO, SACADA DESDE EL FRONTÓN DEL GRIFO. En primer término, un grupo de pescadores y varias embarcaciones. A la izquierda las corbetas Descubierta y Atrevida, y al fondo el hospital de los Padres Hipólitos junto a un caserío y detrás una cordillera. A la derecha y sobre un montículo, el Fuerte de San Carlos.



El ministro se refirió luego a la necesidad de se comparasen las longitudes del péndulo en lugares diferentes, para inferir por su diferencia la variación en la figura del meridiano. De ahí que encomendara a Malaspina medir tal longitud a una latitud Sur de 45º, para de ese modo «ligar nuestras investigaciones con las de los Académicos franceses», practicadas en el paralelo septentrional de igual latitud. Ambos marinos se incorporaron a la expedición en Acapulco, el 24 de febrero de 1791. A Espinosa se debe la siguiente descripción del péndulo: «consistía en una lente de cobre pendiente de una barra de madera cortada en el sentido longitudinal según la fibra. La barra terminaba por el otro lado con una pieza de metal cónica, en donde encajaba una lámina de acero que suspendía al péndulo por medio de un eje que la atravesaba por su extremo superior. Toda la máquina estaba dentro de una caja, que permanecía cerrada aun durante el tiempo de las experiencias; la puerta tenia un cristal en la parte que correspondía a la lente y detrás de él se veía un limbo graduado, que servía para medir la magnitud de las vibraciones, así como para nivelar el péndulo, haciendo concurrir sobre el principio o el cero de la graduación un índice colocado en el extremo inferior del péndulo». Espinosa explicó inmediatamente después el modus operandi seguido por los tres observadores que efectuaban la medición: «Dos contaban el número de vibraciones del péndulo simple durante una hora, alternando de minuto en minuto en el cuidado de pronunciarlas en voz alta, mientras el tercero

atendía al reloj del Observatorio, y apuntaba el segundo de tiempo en que oía la voz del que contaba al péndulo simple. De este modo logramos aproximar las experiencias entre sí, sin que se apartasen sus resultados mas de un medio segundo». El proceso de datos consiguiente, en relación con la figura de la Tierra, le fue encomendado al Brigadier de la Armada Gabriel Ciscar, amigo de los expedicionarios, «quien por un efecto de su amor a las ciencias y de la amistad que nos une, ha tenido la condescendencia de calcular dichas observaciones, y sacar de ellas los resultados que contiene el escrito que ponemos a continuación». Los cálculos efectuados por el matemático valenciano relacionaron las medidas efectuadas en los dos hemisferios, presentando los valores obtenidos para las gravedades en dos tablas: atendiendo la primera a un achatamiento polar de 1/236 y la segunda a otro de 1/321;

Gravedades segun el cálculo correspondiente á $\frac{1}{236}$ de aplanamiento, y segun las observaciones hechas con el péndulo invariable, tomando por unidad la que se experimenta en el equador.

HEMISFERIO BOREAL.

Lugares.	Latitudes.	Gravedades calculadas.	Gravedades observadas.	Diferencias positivas.	Diferencias negativas.
Mulgrave	59° 33′	1‘00423	1‘00436	0‘00013	
Nutka	49° 35′	1‘00330	1‘00289	.....	0‘00041
Monterey	36° 36′	1‘00203	1‘00153	.....	0‘00050
Cádiz	36° 32′	1‘00202	1‘00180	.....	0‘00022
Macao	23° 12′	1‘00088	1‘00032	.....	0‘00056
Acapulco	16° 50′	1‘00048	1‘00046	.....	0‘00002
Manila	14° 36′	1‘00036	1‘00059	0‘00023	
Umatag	13° 18′	1‘00030	1‘00004	.....	0‘00026
Zamboanga	06° 55′	1‘00008	1‘00014	0‘00006	
Equador	00° 00′	1‘00000	1‘00000		

HEMISFERIO AUSTRAL.

Puerto Egmont.	51° 21′	1‘00347	1‘00318	.....	0‘00029
Santa Elena	44° 30′	1‘00280	1‘00298	0‘00018	
Concepcion	36° 42′	1‘00203	1‘00183	.....	0‘00020
Montevideo	34° 55′	1‘00186	1‘00188	0‘00002	
Puerto Jakson	33° 51′	1‘00176	1‘00178	0‘00002	
Isla Babao	18° 39′	1‘00058	1‘00062	0‘00004	
Lima	12° 05′	1‘00025	1‘00022	.....	0‘00003
Equador	00° 00′	1‘00000	1‘00000		

Gravedades segun el cálculo correspondiente á $\frac{1}{236}$ de aplanamiento, y segun las observaciones hechas con el péndulo invariable, tomando por unidad la que se experimenta en el equador.

HEMISFERIO BOREAL.

Lugares.	Latitudes.	Gravedades calculadas.	Gravedades observadas.	Diferencias positivas.	Diferencias negativas.
Mulgrave	59° 33′	1‘00423	1‘00436	0‘00013	
Nutka	49° 35′	1‘00330	1‘00289	.....	0‘00041
Monterey	36° 36′	1‘00203	1‘00153	.....	0‘00050
Cádiz	36° 32′	1‘00202	1‘00180	.....	0‘00022
Macao	23° 12′	1‘00088	1‘00032	.....	0‘00056
Acapulco	16° 50′	1‘00048	1‘00046	.....	0‘00002
Manila	14° 36′	1‘00036	1‘00059	0‘00023	
Umatag	13° 18′	1‘00030	1‘00004	.....	0‘00026
Zamboanga	06° 55′	1‘00008	1‘00014	0‘00006	
Equador	00° 00′	1‘00000	1‘00000		

HEMISFERIO AUSTRAL.

Puerto Egmont.	51° 21′	1‘00347	1‘00318	.....	0‘00029
Santa Elena	44° 30′	1‘00280	1‘00298	0‘00018	
Concepcion	36° 42′	1‘00203	1‘00183	.....	0‘00020
Montevideo	34° 55′	1‘00186	1‘00188	0‘00002	
Puerto Jakson	33° 51′	1‘00176	1‘00178	0‘00002	
Isla Babao	18° 39′	1‘00058	1‘00062	0‘00004	
Lima	12° 05′	1‘00025	1‘00022	.....	0‘00003
Equador	00° 00′	1‘00000	1‘00000		

teniendo en cuenta además que la unidad elegida para expresar la gravedad fue la referida al ecuador. Ciscar comprobó, apoyándose en la teoría de Clairaut, que «las observaciones más propias para determinar el aplanamiento son las hechas en el ecuador y en latitudes muy crecidas; y a iguales errores en los datos, las determinaciones serán tanto más exactas cuanto mayores sean los cuadrados de los senos de las latitudes en que se hubiesen hecho las observaciones».

LAS EXPERIENCIAS DE LA GRAVEDAD POR MALASPINA Y BUSTAMANTE EN PUERTO EGMONT DE LAS ISLAS MALVINAS

El cuadrante y el péndulo se instaron en tiendas contiguas, colocando junto al péndulo dos cronómetros, muy por encima del suelo para protegerlos de la humedad y la escarcha.

De acuerdo con ello dedujo un aplastamiento próximo a 1/310, empleando las observaciones de Mulgrave y Nutka, por ser las más separadas del ecuador en el hemisferio septentrional. En cambio, usando las de Mulgrave, Nutka, Monterey y Cádiz resultó 1/285, «tal vez demasiado grande, sin embargo de ser mucho menor que el deducido por Newton, y por los primeros geómetras que se ocuparon en la determinación de un elemento tan interesante». Contrariamente, en el hemisferio meridional se obtuvieron valores prácticamente idénticos para el aplastamiento 1/323, basándose en las observaciones efectuadas en puerto Egmont y santa Elena, y 1/318, cuando las estaciones elegidas fueron las del puerto Egmont, santa Elena, Concepción, Montevideo y puerto Jakson, «y de esto resulta que es poquísima la incertidumbre que cabe en el aplanamiento del hemisferio austral». A Alejandro Malaspina le cupo el honor de haber dirigido el primer levantamiento gravimétrico de carácter global, obteniendo unos resultados con una incertidumbre sorprendente para su tiempo.

Piara y sepulcro de la familia del cacique An-Kau en el puerto de Mulgrave (en las costa noreste de Canadá)

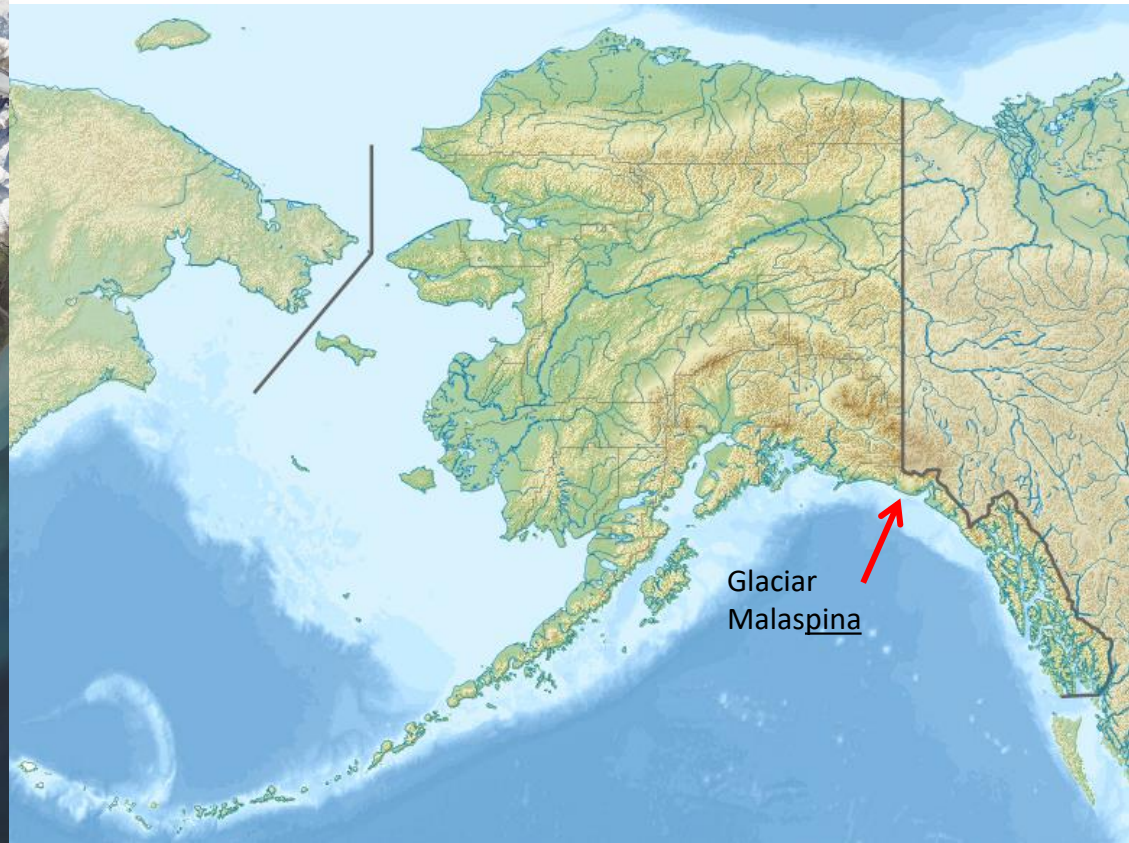
Aunque pueda resultar chocante, Chile y Canada, sobre todo, son los únicos países del mundo en donde se respeta y recuerda permanentemente la figura del marino Alejandro Malaspina, a la vez que se valora positivamente la importancia de la gesta científica que lideró. Se da la circunstancia de que, durante la

LA CORDILLERA DE SAN ELÍAS, VISTA DESDE LA BAHÍA DE YAKUTAT

expedición, Dionisio Alcalá Galiano bautizó un paraje como Ensenada de Malaspina; posteriormente se le dio el nombre del marino egabrense a una restaurante llamado Atrevida). Son varios los topónimos canadienses en los que figura el nombre de Malaspina: una península, un estrecho y un parque; los dos primeros fueron bautizados así por el capitán George Henry Richards en 1859, influenciado posiblemente por la proximidad de la citada ensenada. No obstante, los más llamativos son la montaña y el glaciar de Malaspina, localizados dentro del parque nacional de Kloana, que forman parte del complejo montañoso de San Elías. Mucho más reciente fue la creación, en 1969, de la *Malaspina University-College*, hoy rebautizada como *Vancouver Island University*, si bien continua usando el primer

EL GLACIAR DE PIEDEMONTE MALASPINA, uno de los mayores del mundo.
Imagen Lansat (24.IX.2014)

emblema, diseñado en torno a la imagen de una corbeta de la misma planta que la Descubierta y la Atrevida, las dos naves de la Expedición Malaspina

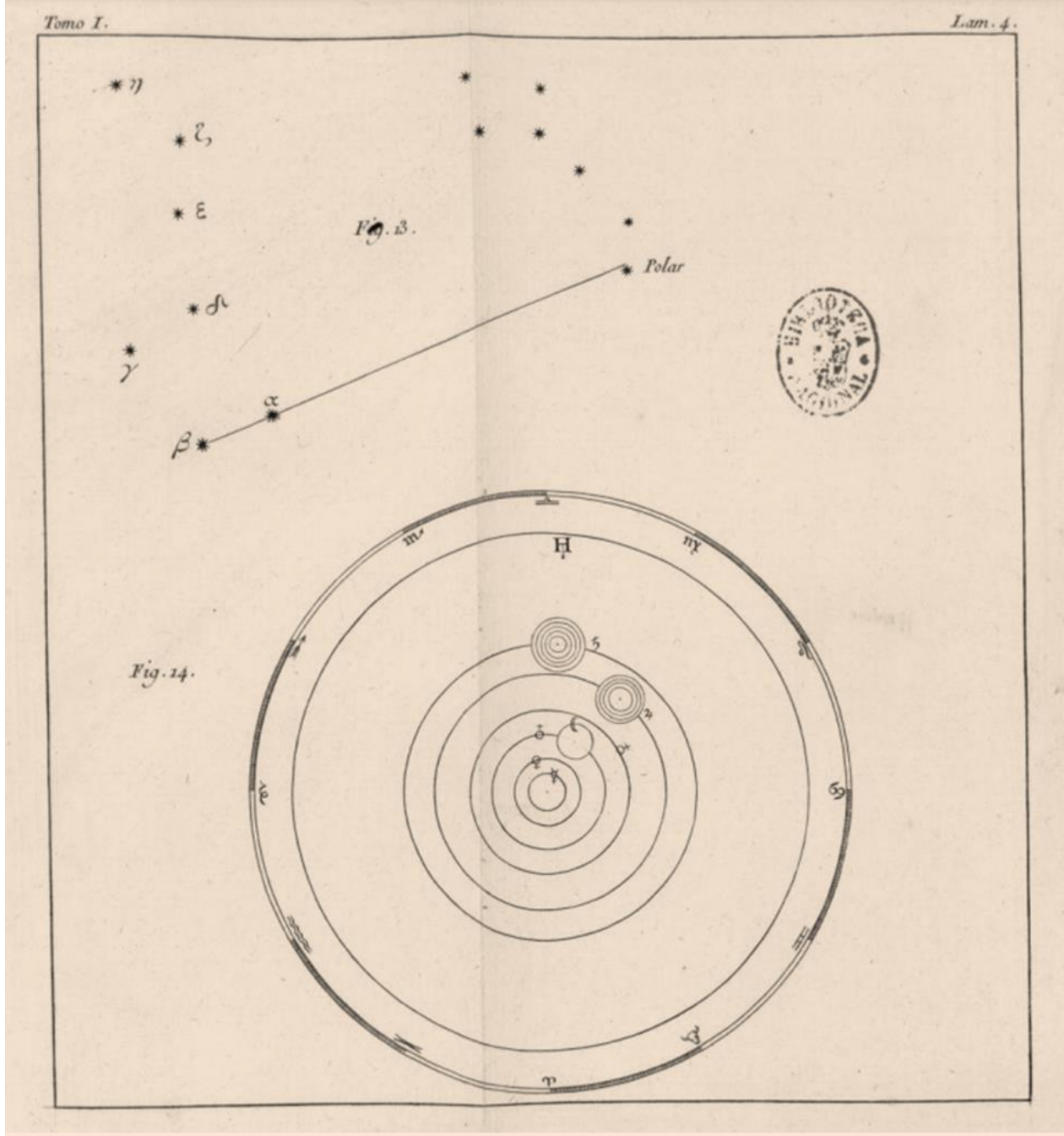


José de Mendoza y Ríos (1761-1816)

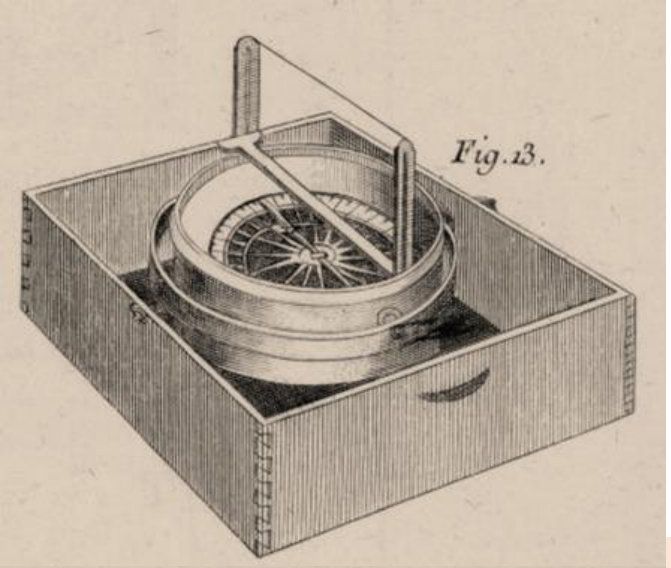
Marino y matemático sevillano, así como político ilustrado afincado en Inglaterra, que adquirió fama mundial por haber confeccionado unas Tablas de Distancias Lunares, con las que se facilitó el calculo de la longitud en el mar. En nombre de España negoció la compra del gran telescopio Herschell para el Observatorio de Madrid, debiéndose a él unas preciosas acuarelas que detallaban todas las características geométricas del instrumento, las cuales posibilitaron la meritoria reconstrucción del mismo en el año 2010. Realizó sus primeros estudios en el celebrado Colegio Real de San Isidro (antes Colegio Imperial de los jesuitas), destacando ya su interés por las matemáticas. Aunque en un principio ingresó en el ejército, en 1776 fue transferido a la marina como Alférez de Fragata, de acuerdo con sus deseos; tras superar las prácticas de navegación por el Mediterráneo fue ascendió a Alférez de Navío. Como tal se embarcó en la urca Santa Inés, rumbo a las Islas Filipinas; de vuelta a España fue hecho

prisionero por los ingleses, siendo enviado a Cork (Irlanda) en septiembre de 1779. Allí permaneció un año, posiblemente ampliando sus conocimientos de astronomía náutica, hasta que se le permitió regresar a España. Destinado en Cádiz y Cartagena, fue ascendiendo primero a Teniente de Fragata (1782) y luego a teniente de Navío (1784).

Debió de ser entonces cuando inició la preparación de su *Tratado de Navegación*, una celebrada obra en dos volúmenes, dedicada al Rey Carlos IV y publicada en Madrid en el año 1787. En el primero se trataron los Elementos de Geografía, los de Astronomía y algunas nociones de Cronología; subdividiendo el apartado geográfico en tres partes: Geografía matemática o astronómica, Geografía Física o Historia natural de la Tierra y la Histórica o política. Tras referirse Mendoza a la esfericidad terrestre, dio a conocer los recientes avances en los términos siguientes: «No nos detendremos, pues, en acreditar esta proposición con nuevas pruebas , y nos contentaremos , por ahora, con advertir, que la Tierra no es tan perfectamente esférica como hemos deducido, y

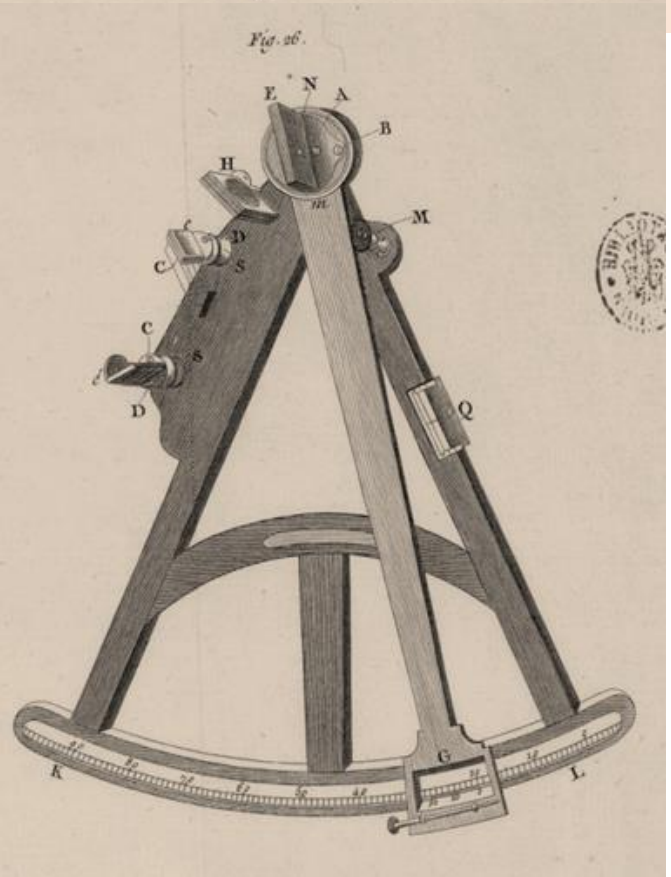


Localización de la estrella polar y modelo copernicano del universo, envuelto por la esfera de las fijas y el círculo zodiacal. *Tratado de Navegación*. Volumen I.



que su figura, averiguada con rigor en estos últimos tiempos, se ha hallado aplastada hacia los dos extremos de uno de sus diámetros , de modo que el mayor es al menor como 231 a 230, poco más o menos. Esta diferencia puede despreciarse en las operaciones que no requieran la mayor exactitud». Antes había concretado sus dimensiones: «… se han practicado muchas medidas en todos tiempos, y de las más modernas resulta, que el grado terrestre es de 57000 toesas de Francia o 133 000 varas castellanas».

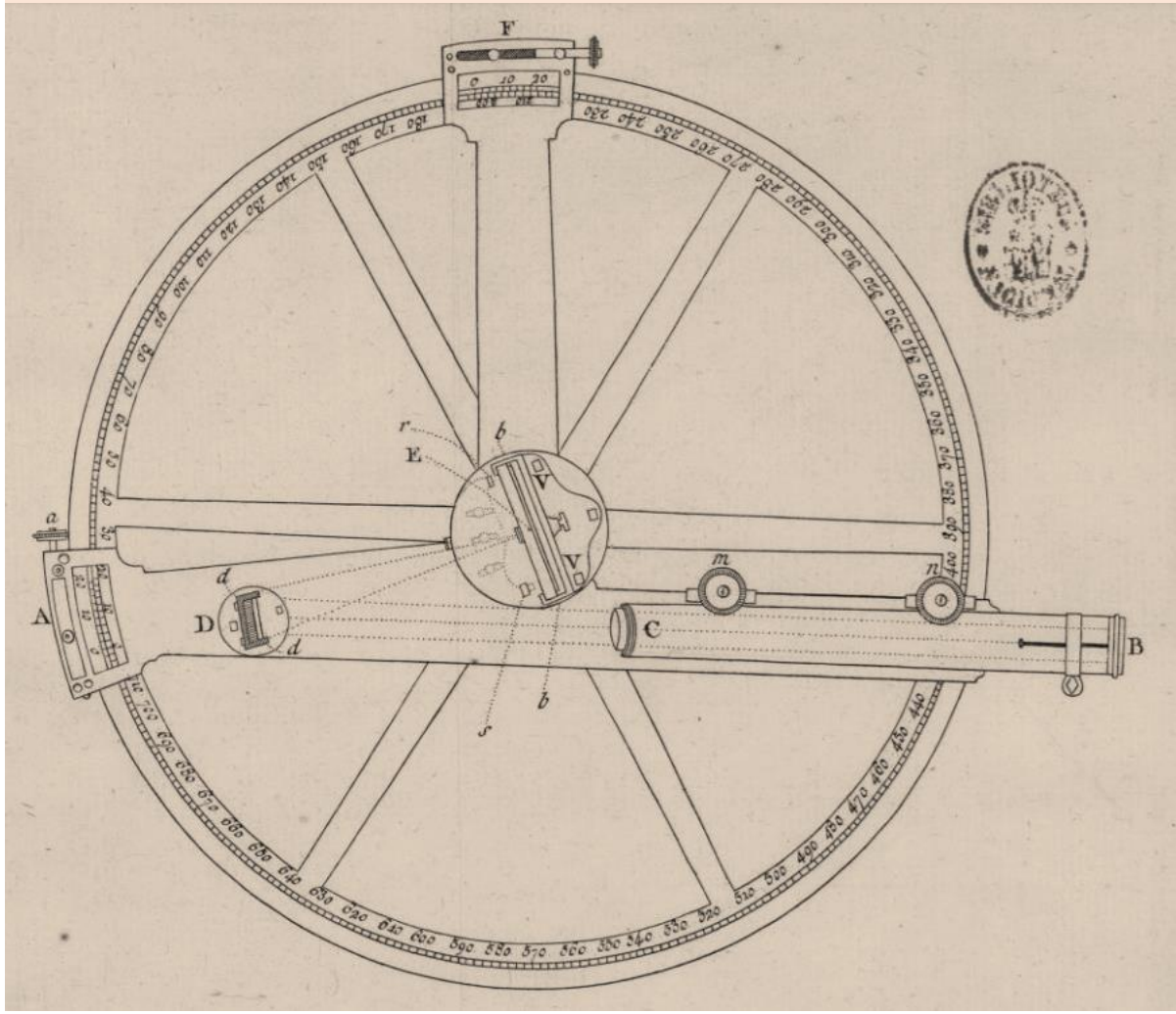
La aguja náutica y el octante en el *Tratado de Navegación*. Volumen II



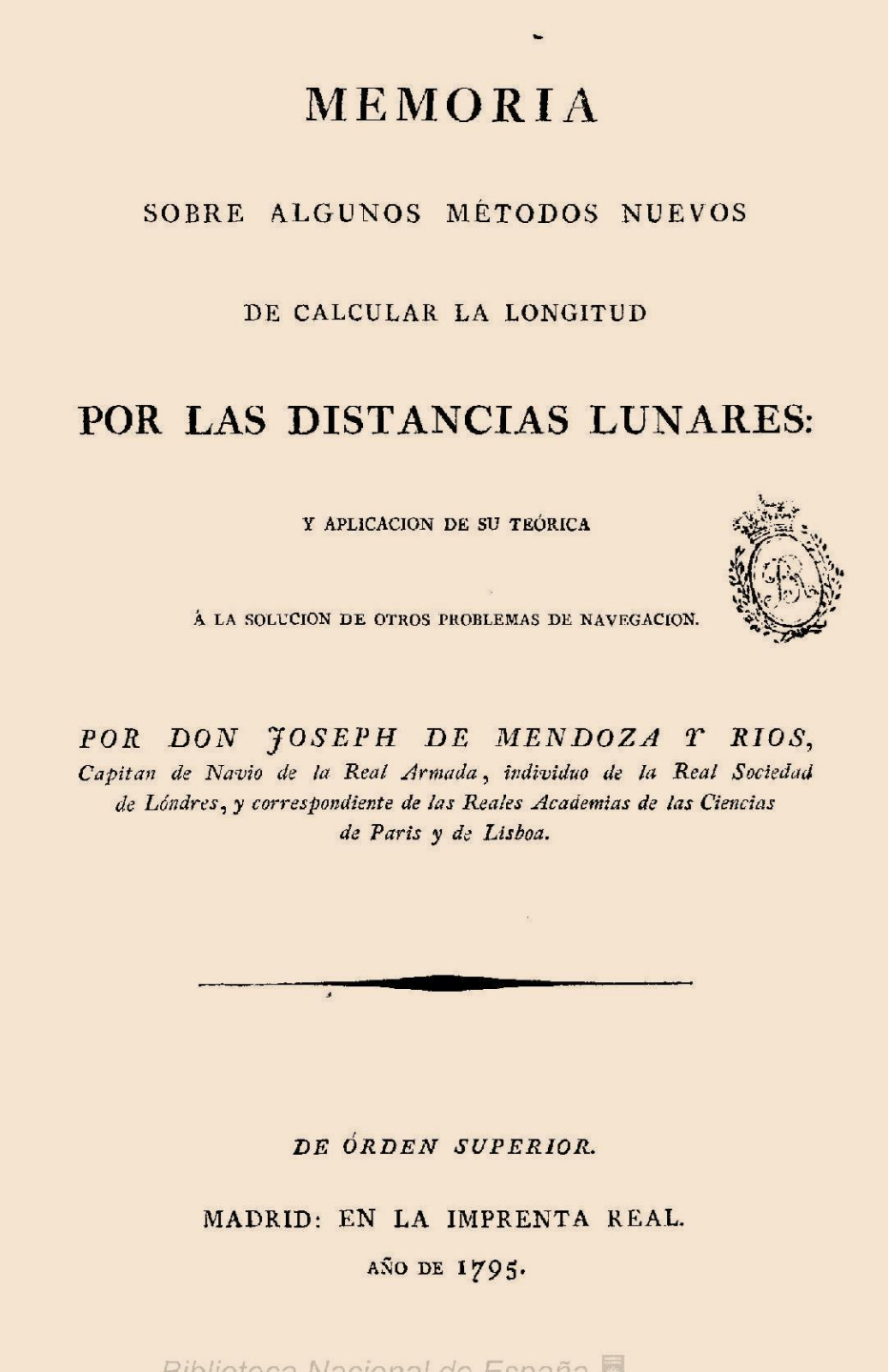
El segundo volumen de este tratado de Navegación se dividió en tres partes. I) Sobre la Navegación pura, II) Sobre la Navegación astronómica y III) Conocimientos indispensables para el piloto. En la primera parte se desarrolla una lección de cartografía, explicando la formación de las cartas náuticas, refiriendo el concepto nada trivial de la latitud creciente (variable de Mercator), así como lo relativo al empleo de la aguja náutica: «el único medio que hasta ahora se ha descubierto para averiguar el camino de la nave». La segunda parte se inicia con un capítulo esencialmente instrumental, comentando los cuadrantes y círculos de reflexión; pasando luego a los cálculos de la latitud y de la longitud (subrayando la importancia del método de las distancias lunares), refiriendo la difícil problemática propia del segundo: «Las dificultades, no obstante, se han hallado enormemente aumentadas en este caso y el problema de las longitudes en la mar, superior por largo tiempo a

nuestros medios y a nuestras fuerzas, es de aquellos en que parecíamos condenados a desear perpetuamente lo mismo que necesitamos». Finalmente, se abordó en la tercera parte la problemática de las mareas, corrientes y vientos, además de los procedimientos para levantar planos y cartas.

Círculo de reflexión. *Tratado de Navegación*. Volumen II



Al año siguiente de publicar su *Tratado de Navegación*, en 1788, J. Mendoza de los Ríos fue ascendido a Capitán de Fragata, siendo ese el último empleo que consiguió en su carrera militar. En esa época fue comisionado por el gobierno al extranjero para que ampliase sus conocimientos y recopilase para España útiles de navegación: instrumentos, libros, planos y mapas; iniciando su viaje en el otoño de 1789, para instalarse primero en Francia y luego en Inglaterra, siendo en esta última donde acabaría fijando su residencia. Sus contactos con los hombres de ciencia de ambos países fueron tan fructíferos que acabó siendo elegido miembro de la Academia de Ciencias de París (1792) y de la *Royal Society* de Londres (1793); para entonces ya se habían recibido en Cádiz cincuenta y cuatro cajones con libros e instrumentos, a tenor de lo manifestado por el eminente matemático argentino Eduardo L. Ortiz en su trabajo *Joseph de Mendoza y Ríos: teoría, observación y tablas* (Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española, ISSN 1138-8927, Vol. 4, Nº 1, 2001). Las tablas a que hacía mención el profesor Ortiz fueron la contribución más sobresaliente de Mendoza a la navegación marítima y a la



MEMORIA

SOBRE ALGUNOS MÉTODOS NUEVOS

DE CALCULAR LA LONGITUD

POR LAS DISTANCIAS LUNARES:

Y APLICACION DE SU TEÓRICA

Á LA SOLUCION DE OTROS PROBLEMAS DE NAVEGACION.

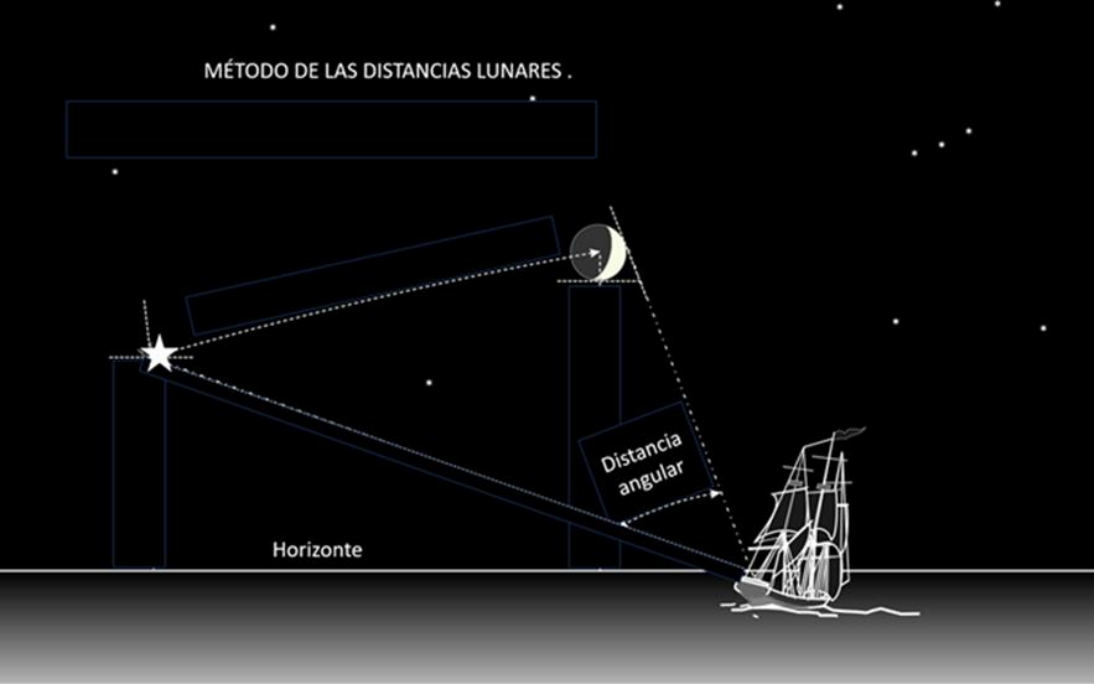
POR DON JOSEPH DE MENDOZA Y RIOS,
Capitan de Navio de la Real Armada, individuo de la Real Sociedad de Lóndres, y correspondiente de las Reales Academias de las Ciencias de Paris y de Lisboa.

DE ÓRDEN SUPERIOR.

MADRID: EN LA IMPRENTA REAL.
AÑO DE 1795.

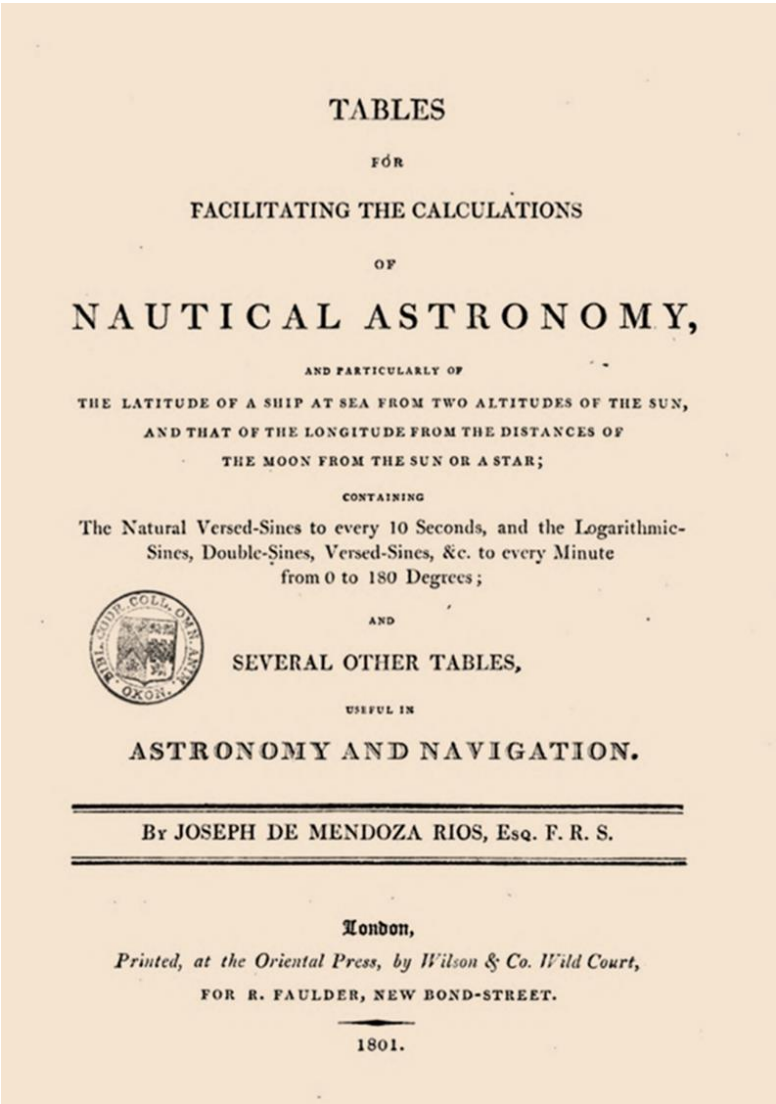
Biblioteca Nacional de España

astronomía náutica, su primera impresión se produjo en el año 1800; cuando fueron publicadas en Madrid, con el título Colección de Tablas para varios usos de la Navegación. En el prólogo se concretaba más el propósito de las mismas: «La presente colección se dirige a facilitar los cálculos de las observaciones que se practican en el mar, para determinar la longitud y la latitud de la nave, y algunos otros objetos de Navegación e Hidrografía. Todas las tablas, excepto las de logaritmos de los números naturales, y las columnas de los logaritmos de los senos y tangentes, están calculadas expresamente, y cada una va dispuesta bajo la forma que me ha parecido más ventajosa para su uso». Tras la exposición de las tablas se incluyó un índice con el título y explicación de cada una de ellas; acompañándose de una amplia colección de ejercicios resueltos. La base teórica en que se apoyó la construcción de las tablas anteriores, ya la había anunciado su autor en el año 1795, cuando la Imprenta Real publicó el trabajo: *Memoria sobre algunos métodos nuevos de calcular la longitud por las distancias lunares y aplicación de su teórica a la solución de otros problemas de navegación*. De la importancia que concedía Mendoza a las distancias lunares para el cálculo de la longitud, es buena muestra lo que apuntaba al final de dicha Memoria: «Yo tengo ya principiada la construcción de aquella Tabla: y también la de otra Tabla mas extensa para hallar los ángulos auxiliares, sin necesidad de aplicar proporcionales. Con la facilidad que ofrecen estos medios, juzgo que el



cálculo de las distancias lunares vendrá á ser, no solo muy cómodo fácil, sino tal vez exacto y expedito, cuanto puede considerarse necesario en la Navegación».

Sin embargo, la mayor difusión de las tablas, con las que pasó a la posteridad, comenzó en el año 1801, al publicarlas en Londres, con idéntico objetivo de hallar con la menor incertidumbre la posición de un barco, determinando astronómicamente sus dos coordenadas geográficas, así quedó expuesto en su título: *Tables for facilitating the calculations of nautical Astronomy and particularly of the latitude of a ship at sea from two altitudes of the sun, and that of the longitude from the distances of the moon from the Sun or a star*, conteniendo tablas trigonométricas y logarítmicas y otras varias, útiles para la astronomía y la navegación. La obra constó de 33 tablas agrupadas en cuatro apartados: I) Ocho tablas para corregir las alturas observadas del Sol, Luna y estrellas; II) Seis tablas para reducir las distancias medidas de la Luna al Sol o a una estrella, para hallar la longitud; III) Cinco tablas trigonométricas y logarítmicas, IV) Trece tablas para varios propósitos. A modo de introducción



TABLES

FOR

FACILITATING THE CALCULATIONS

OF

NAUTICAL ASTRONOMY,

AND PARTICULARLY OF

THE LATITUDE OF A SHIP AT SEA FROM TWO ALTITUDES OF THE SUN,
AND THAT OF THE LONGITUDE FROM THE DISTANCES OF
THE MOON FROM THE SUN OR A STAR;

CONTAINING

The Natural Versed-Sines to every 10 Seconds, and the Logarithmic-Sines, Double-Sines, Versed-Sines, &c. to every Minute from 0 to 180 Degrees;

AND

SEVERAL OTHER TABLES,

USEFUL IN

ASTRONOMY AND NAVIGATION.

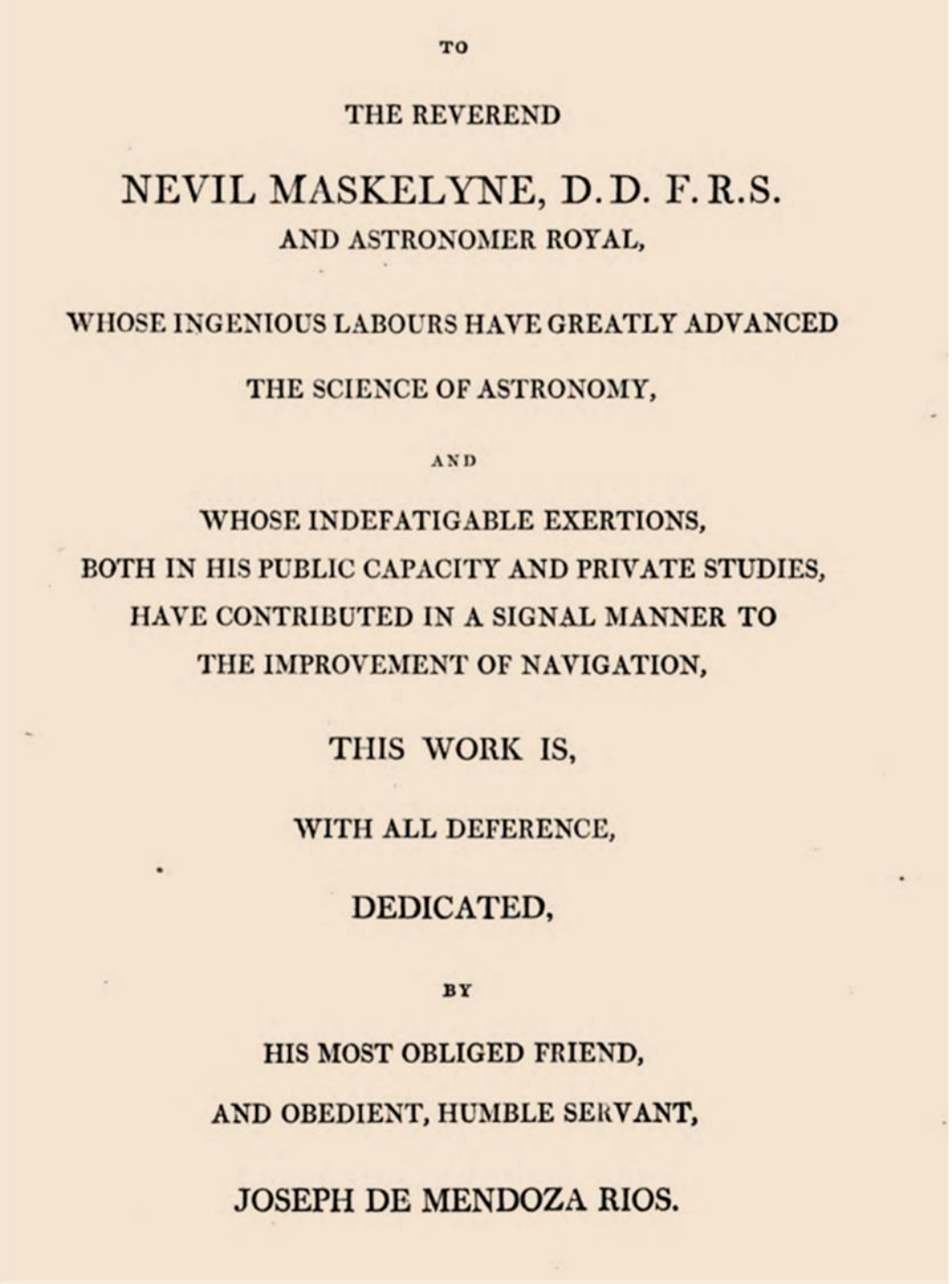
By JOSEPH DE MENDOZA RIOS, Esq. F. R. S.

London,

Printed, at the Oriental Press, by Wilson & Co. Wild Court,

FOR R. FAULDER, NEW BOND-STREET.

1801.



TO

THE REVEREND

NEVIL MASKELYNE, D.D. F.R.S.

AND ASTRONOMER ROYAL,

WHOSE INGENIOUS LABOURS HAVE GREATLY ADVANCED

THE SCIENCE OF ASTRONOMY,

AND

WHOSE INDEFATIGABLE EXERTIONS,

BOTH IN HIS PUBLIC CAPACITY AND PRIVATE STUDIES,

HAVE CONTRIBUTED IN A SIGNAL MANNER TO

THE IMPROVEMENT OF NAVIGATION,

THIS WORK IS,

WITH ALL DEFERENCE,

DEDICATED,

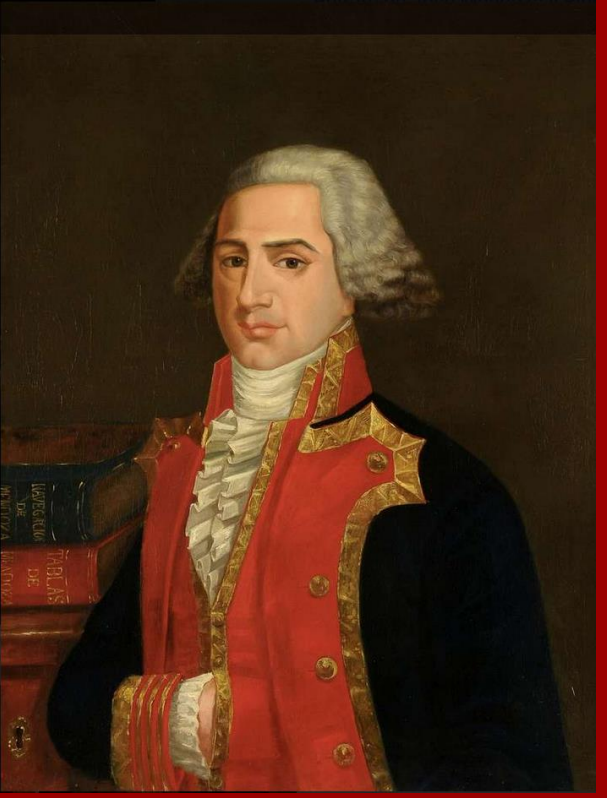
BY

HIS MOST OBLIGED FRIEND,

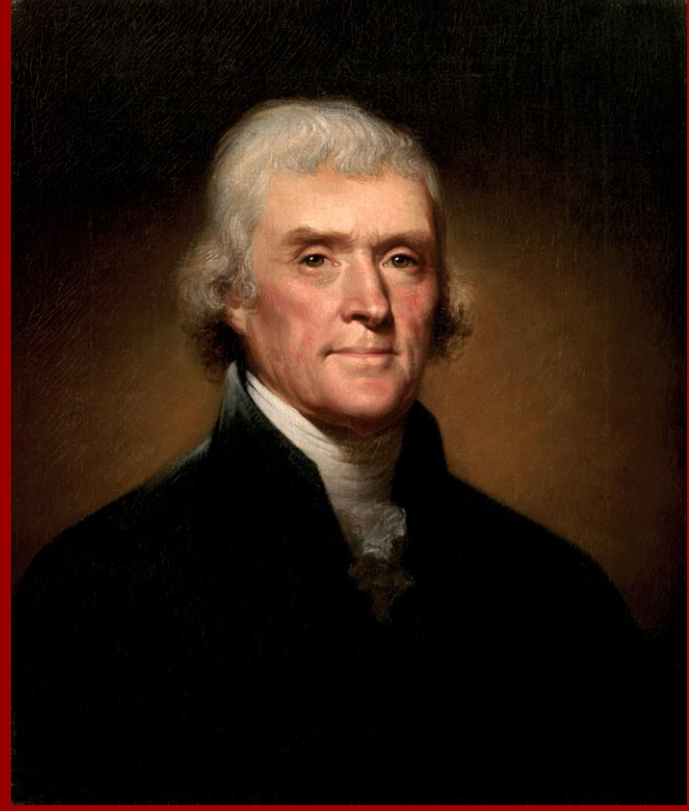
AND OBEDIENT, HUMBLE SERVANT,

JOSEPH DE MENDOZA RIOS.

incluyó la explicación y uso de todas ellas, con problemas y ejercicios resueltos. Es destacable el Apéndice debido a H. Cavendish, colofón de la obra, el cual incorporó otras tablas para corregir las distancias de la Luna al Sol o a una estrella, por los efectos de la paralaje y la refracción. Esta primera edición fue dedicada al astrónomo real, el reverendo Nevil Maskelyne. Cuatro años después se reeditó, ampliando su contenido con nuevas tablas, pero con el mismo propósito de hallar la posición de la nave*: A complete collection of tables for navigation and nautical astronomy: with simple, concise, and accurate methods, for all the calculations useful at sea : particularly for deducing the longitude from lunar distances, and the latitude from two altitudes of the sun and the interval of time between the observations.* Tan laborioso trabajo, repleto de cálculos, fue dedicado a Joseph Banks, Presidente de la *Royal Society* y amigo personal del autor; así lo hizo contar en el inicio del texto: «The veneration I entertain for you, whofe life has been so successfully devoted to the cultivation and promotion of science, and the gratitude I feel for the regard with which you honour me, would alone incline me to seize every opportunity of publicly testifying to you those sentiments; but, on the present occasion, I am impelled to address you by still more cogent motives». Las 44 tablas de que constaba



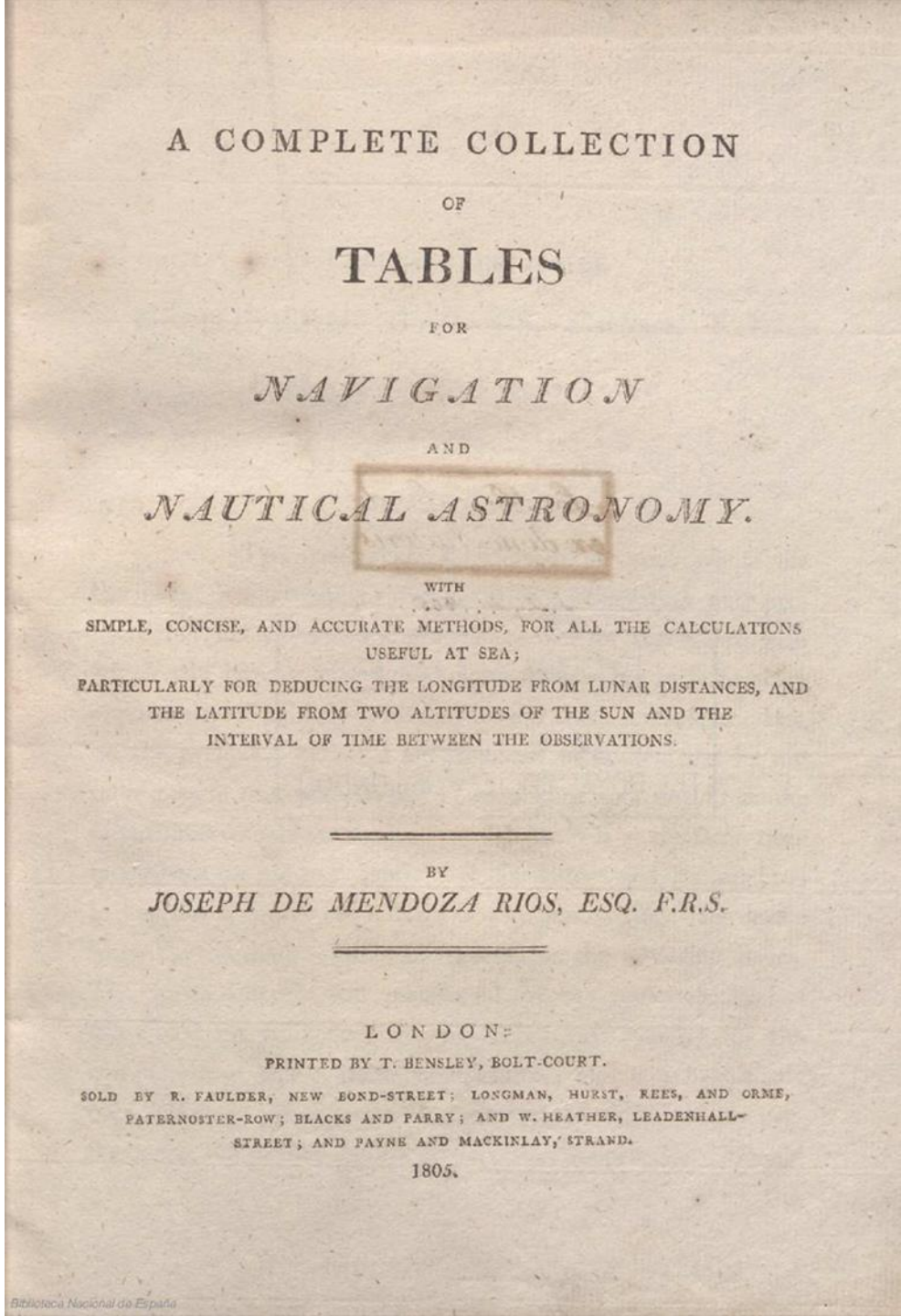
INTERCAMBIO EPISTOLAR ENTRE MENDOZA RÍOS Y EL PRESIDENTE THOMAS JEFFERSON



Mendoza Rios quiso extender el empleo de sus tablas a todos los países. Uno de los intentos más singulares para conseguirlo, fue la carta enviada al Presidente Thomas Jefferson, en la que le ofrecía la posibilidad de distribuir por los Estados Unidos un total de 500 copias de las mismas. La carta, escrita el 23 de agoso de 1805 en Paddington, cerca de Londres, comenzaba reconociendo que el presidente era amante de la ciencia y terminaba, indicando que se había tomado la libertad de adjuntarle una copia de su trabajo:«which will enable to judge of its merit, and I request you will gave it a place in your library, as a feeble testimony of the high respect which the Author professes…for the present worthy President of the United States».

La respuesta de Jefferson, escrita el 4 de mayo de 1806 en Washington, fue agradecida, reconociendo además la utilidad de las Tablas para la Marina y para la Industria, máxime cuando habían sido compuestas con tanta exactitud y rigor; concluyéndola con una noticia que agradaría al autor: «I have recommended to the Secretary of the Navy of the US to avail our public vessels of this publication by procuring such number of the copies as he shall think their wants and our duties will justify». Tan valiosos documentos se custodian en la Universidad de Virginia.

fueron agrupadas en los siete apartados que se citan a continuación. I) Correcciones a las alturas observadas del Sol, Luna y estrellas, así como a las distancias observadas de la Luna al Sol o a una estrella, con un total de catorce tablas. II) Seis tablas logarítmicas; III) Cuatro tablas referidas al cálculo de la latitud por alturas correspondientes del Sol, observadas a cualquier hora del día, y por varias alturas próximas al mediodía; IV) Doce tablas para otros propósitos; V) Tablas geográficas, con indicación de la latitud y longitud de diversos lugares, refiriendo las longitudes al meridiano de Greenwich, expresando también las horas de la marea alta y las fases lunares; VI) Cuatro tablas generales útiles para la navegación; VII) Tablas referidas al almanaque náutico. Para facilitar el uso de todas ellas, se acompañó la obra con la resolución de algunos problemas y ejercicios. Esta reedición fue sufragada por la Junta de la Longitud y por la Compañía de las Indias orientales, una circunstancia que agradeció Mendoza Ríos en la presentación de la obra. Las tablas de Mendoza siguieron publicándose durante más de cien años, hasta bien entrada la segunda decena del pasado siglo XX. En el año 1863 se publicó en Madrid una versión preparada por Juan José Martínez de Espinosa y Tacón, Comandante general de Artillería e Infantería de Marina: *Colección completa de tablas para los usos de la navegación y astronomía náutica, por el Capitán de Navío que fue de la Armada,*



A COMPLETE COLLECTION

OF

TABLES

FOR

NAVIGATION

AND

NAUTICAL ASTRONOMY.

WITH

SIMPLE, CONCISE, AND ACCURATE METHODS, FOR ALL THE CALCULATIONS USEFUL AT SEA;

PARTICULARLY FOR DEDUCING THE LONGITUDE FROM LUNAR DISTANCES, AND THE LATITUDE FROM TWO ALTITUDES OF THE SUN AND THE INTERVAL OF TIME BETWEEN THE OBSERVATIONS.

BY

JOSEPH DE MENDOZA RIOS, ESQ. F.R.S.

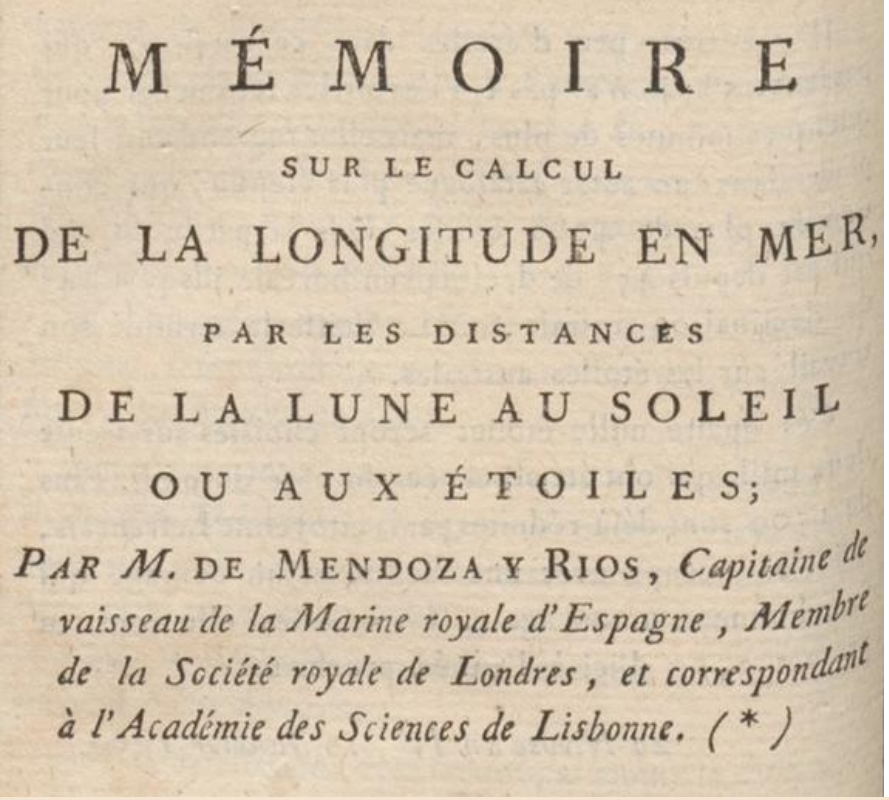
LONDON:

PRINTED BY T. BENSLEY, BOLT-COURT.

SOLD BY R. FAULDER, NEW BOND-STREET; LONGMAN, HURST, REES, AND ORME, PATERNOSTER-ROW; BLACKS AND PARRY; AND W. HEATHER, LEADENHALL-STREET; AND PAYNE AND MACKINLAY, STRAND.

1805.

Biblioteca Nacional de España



MÉMOIRE

SUR LE CALCUL

DE LA LONGITUDE EN MER,

PAR LES DISTANCES

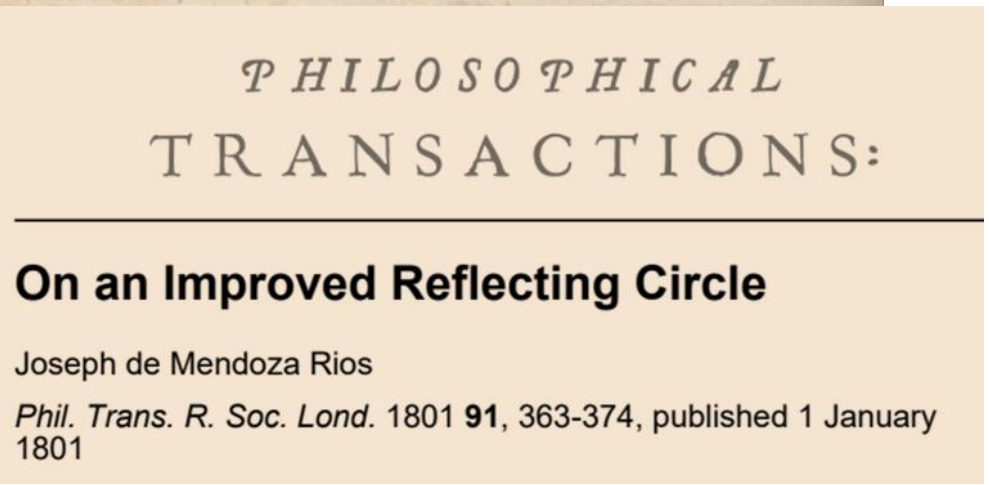
DE LA LUNE AU SOLEIL

OU AUX ÉTOILES;

PAR M. DE MENDOZA Y RIOS, *Capitaine de vaisseau de la Marine royale d'Espagne, Membre de la Société royale de Londres, et correspondant à l'Académie des Sciences de Lisbonne.* (*)

Don José de Mendoza y Ríos, de la Real Sociedad de Londres; la cual ofrece el interés de que el editor incluyó, en su prólogo, la evolución cronológica de las sucesivas publicaciones de las tablas.

A la vez que preparaba y revisaba sus Tablas náuticas, Mendoza Ríos no dejó de publicar artículos en las revistas más prestigiosas de su tiempo: *Connossaince des temps y Philosophical Transactions*. De los publicados en la primera, cabe destacar el referido al cálculo de la longitud en el mar, por medio de las distancias de la Luna al Sol o a las estrellas; el cual fue publicado en el número del año 1796 (pp: 258-284). El asterisco remite a una nota a pie de página, en la que el *Bureau des Longitudes* manifestaba que había creído oportuno publicar la Memoria de un hábil marino, del



PHILOSOPHICAL

TRANSACTIONS:

On an Improved Reflecting Circle

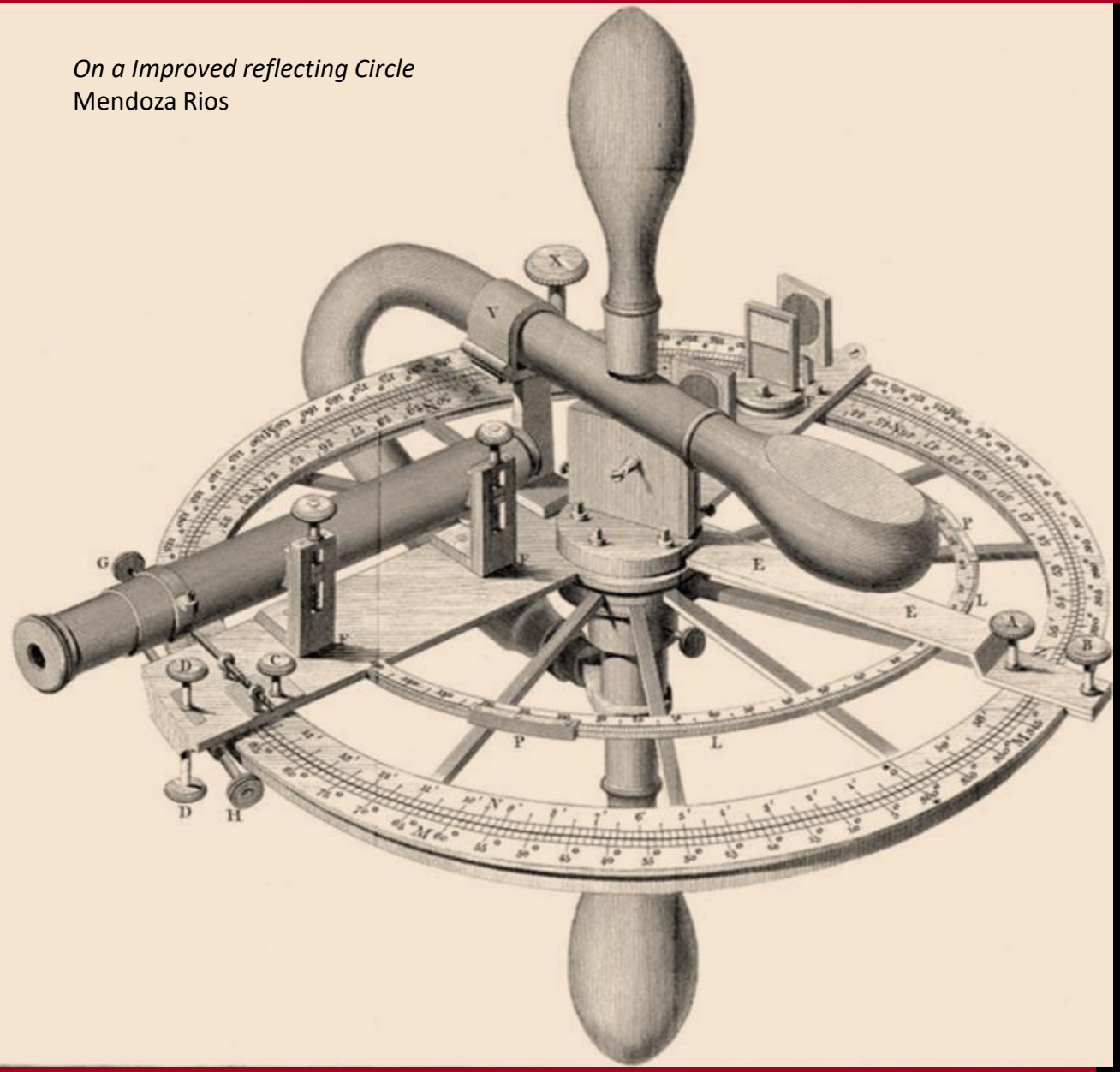
Joseph de Mendoza Rios

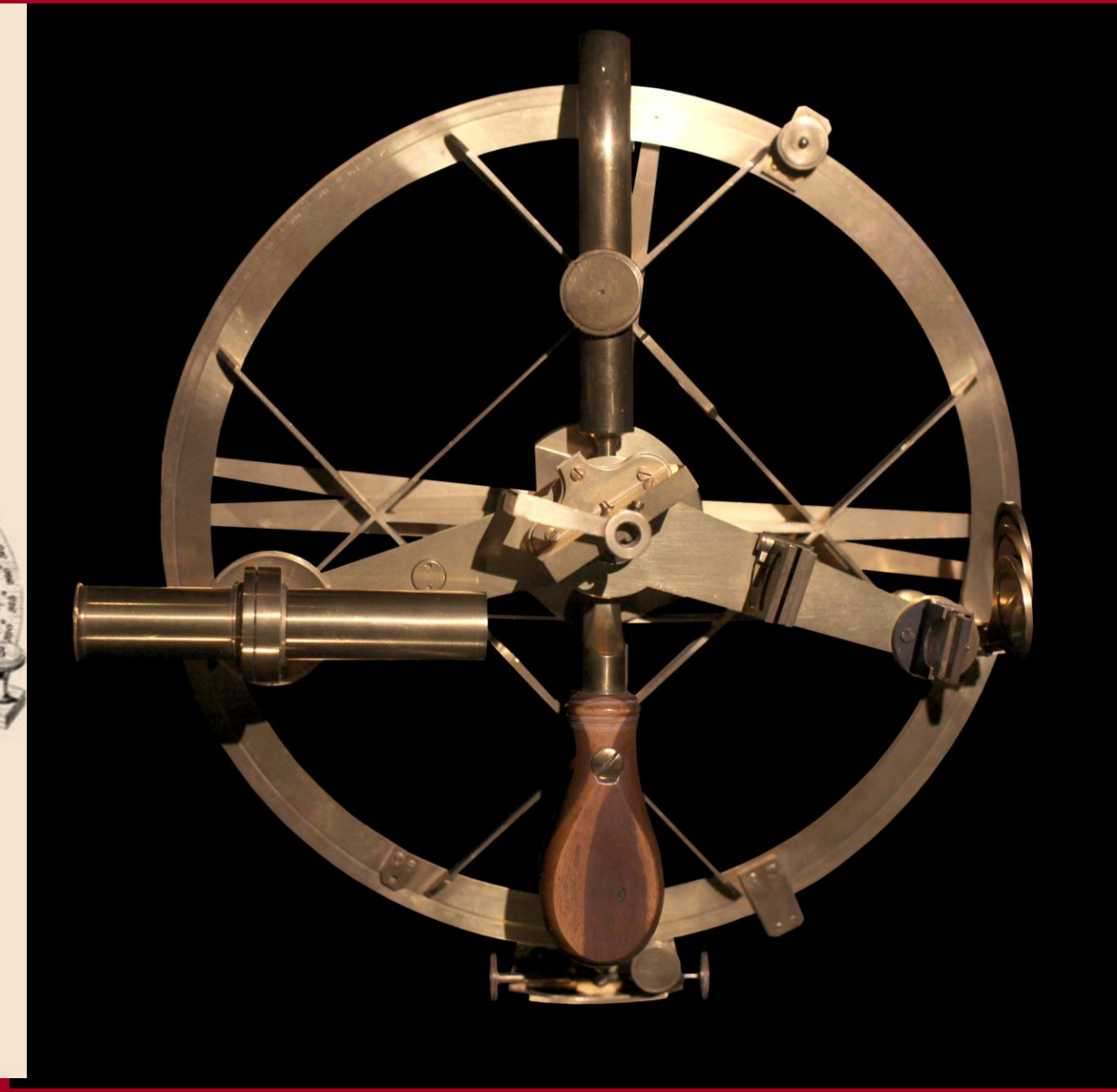
Phil. Trans. R. Soc. Lond. 1801 **91**, 363-374, published 1 January 1801

que ya son conocidas varias, y que está preparando otras más completas. Por lo que se refiere a la segunda, merece ser reseñado el publicado en el ejemplar correspondiente al año 1801 PP: 363-374) para describir las mejoras introducidas en el círculo reflector: *On a Improved reflecting Circle*. En él explicó el método de repetición, para medir distancias angulares, que había sido ideado por T. Mayer: «It is obvius, that by succssive repetitions of the same process, triple, quadruple, &c. the distance may be obtained, and the said error further reduced, in the inverse ratio of the pultiplication of the distance, to any degree of approximation required»; acto seguido recordó asimismo el procedimiento seguido a esos efectos por Ch. Borda. El artículo fue bellamente

CÍRCULO REFLECTOR DE MENDOZA RIOS

On a Improved reflecting Circle
Mendoza Rios





Construido por Edward Troughton en 1810.

ilustrado con dibujos que muestran el instrumento y particularmente el aditamento añadido por Mendoza, con el que consiguió facilitar su manejo. Cuando Mendoza presentó el círculo a los miembros de la *Royal Society,* lo hizo con el convencimiento de que se trataba del instrumento más idóneo para determinar, desde el mar, la separación angular entre el Sol, u otra estrella y la Luna. Debió hacerlo con tan buenos argumentos que J. Banks decidió inmortalizar ese discurso, al ser retratado posando sentado en el sillón presidencial, procurando que se viese el correspondiente documento manuscrito que colocado encima de la mesa.

Mendoza Ríos siguió interesado por el problema de la longitud el resto de sus días. En el año 1814 se publicaron los impresos necesarios para calcularla a bordo de un barco: *Forms for the ready calculation of the longitude by the observed distances of the moon from the Sun or a star*. En ese trabajo comentaba la facilidad con la que se podía determinar: «…being upon account of its great simplicity and conciseness, superior to any process prposed for the same purpose till now,…The following Forms, which sabe trouble, and even the necessity of keeping in mind

the precepts for the computations…». Aunque Mendoza Rios dedicara la mayor parte de su actividad investigadora a tareas que, en la actualidad, podrían ser encuadradas en la geodesia marina, también mostró interés por la geodesia errestre, si bien los testimonios son en este caso indirectos. Un primer ejemplo data de su estancia en París, cuando ingresó en su academia de Ciencias e intervino, ante el Gobierno de España, con el propósito de que los geodestas franceses vieran facilitada sus tarea de prolongar el meridiano de Francia hasta las Isla Baleares; una operación científica de primer orden que resultaría básica para la definición del metro y la implantación definitiva del Sistema Métrico Decimal. El segundo ejemplo fue más concreto, ya que en él comunicó Mendoza el estudio crítico que había realizado su amigo José Rodriguez (el sabio español en palabras del astrónomo francés Delambre) sobre las las mediciones de grado efectuadas en Inglaterra por el Teniente Coronel William Mudge, siendo publicada la comunicación por las *Philosophical Transactions* de la *Royal Society* (1812): *Observations on the Measurement of three Degrees of the meridian conducted in England by Lieut. Col. William Mudge by Don Joseph Rodriguez*. El estudio y traducción de dicha comunicación fue publicado en *Biblio 3 W* (Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales) de la Universidad de Barcelona, en el año 2005.

FORMS

FOR THE

READY CALCULATION OF THE LONGITUDE

BY

THE OBSERVED DISTANCES OF THE MOON

FROM THE SUN OR A STAR,

WITH

THE TABLES

PUBLISHED BY

JOSEPH DE MENDOZA RIOS, Esq. F.R.S.

The Philosophical Transactions. 1812.

XVII. *Observations on the Measurement of three Degrees of the Meridian conducted in England by Lieut. Col.* William Mudge. *By Don* Joseph Rodriguez. *Communicated by* Joseph de Mendoza Rios, *Esq. F. R. S.*

Biblio 3W
REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES
(Serie documental de *Geo Crítica)*
Universidad de Barcelona
ISSN: 1138-9796. Depósito Legal: B. 21.742-98
Vol. X, nº 557, 5 de enero de 2005

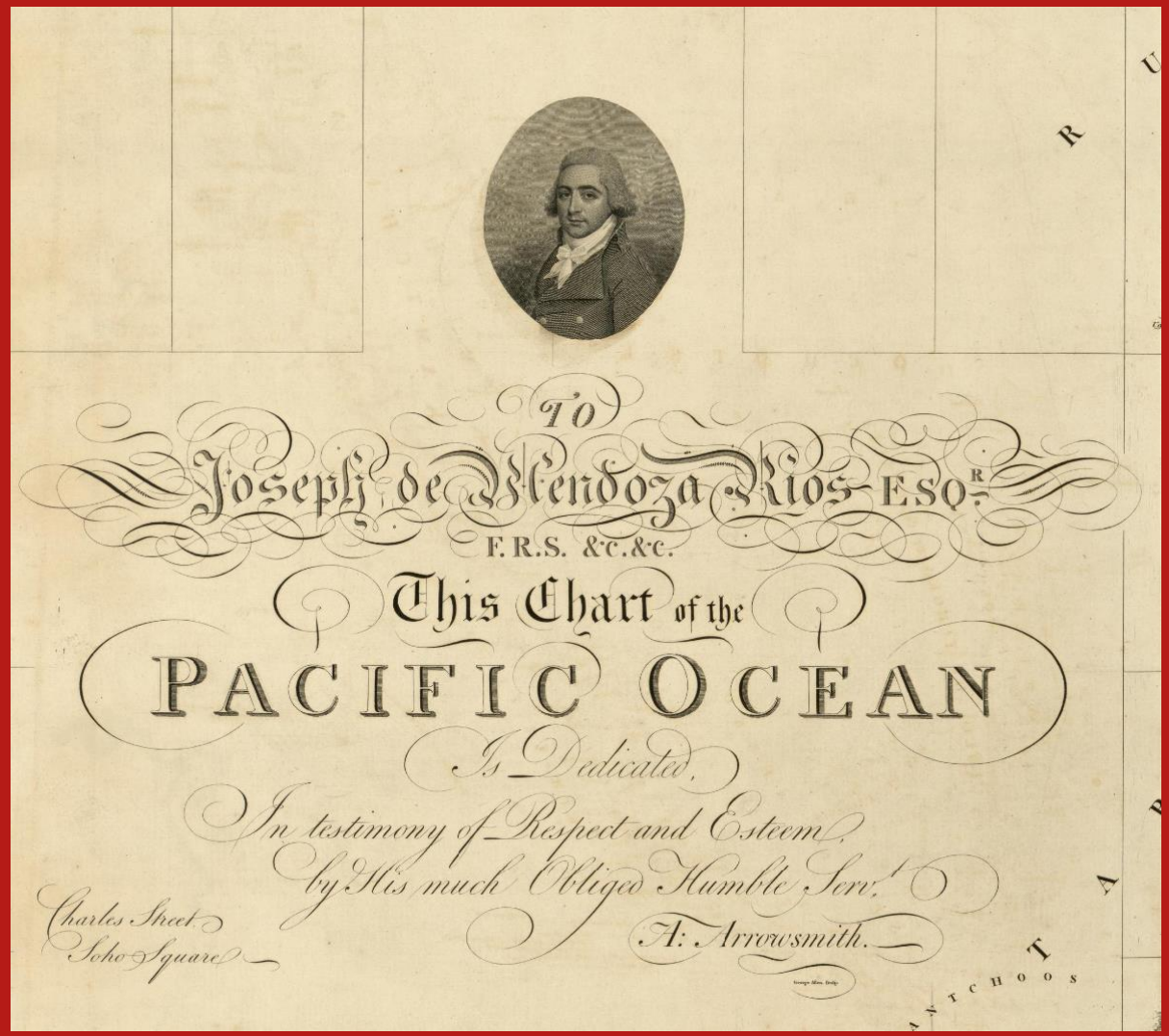
UNA COMUNICACIÓN DE J. MENDOZA Y RÍOS A LA ROYAL SOCIETY EN JUNIO DE 1812, DANDO CUENTA DE UN ESTUDIO GEODÉSICO REALIZADO POR J. RODRÍGUEZ

Estudio Introductorio y traducción por Mario Ruiz Morales

Grabado del planetario (Orrería) construida por el matemático británico Samuel Dunn en el año 1794, enviada a Madrid desde Londres por J. Mendoza Ríos. Biblioteca Nacional.

Otra de las actividades en que descolló Mendoza Ríos fue en la de recopilador cartográfico, un cometido que desempeñó eficazmente tras serle recomendado por el generalísimo Godoy; el destino de los mapas sería el gabinete Geográfico recientemente creado. Se conformó así una imponente colección compuesta por 2045 mapas, clasificados en dos grupos bien diferenciados: uno con los impresos en Inglaterra (un total de 1697) y otro, con 708, en el que se encuentran los editados en otros países. Dicha colección se custodia en la Biblioteca Nacional desde el año 1913. A lo largo de esa ingente tarea, Mendoza debió contactar con el prolífico cartógrafo Aaron Arrowsmith, el cual apreciaría rápidamente la valía científica de su interlocutor, hasta el punto de no dudar en dedicarle el Mapa del Océano Pacífico que presentó en el mes de octubre de 1798. El mapa constó de nueve hojas, figurando un retrato de Mendoza junto a la dedicatoria (así se hizo en alguna de las impresiones, como por ejemplo la que se encuentra en la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos); localizada en la hoja que ocupa el extremo Noreste. La dedicatoria fue la siguiente: *This chart of the Pacific Ocean is dedicated, in testimony of respect and esteem, by his much obliged humble servt.* A. Arrowsmith

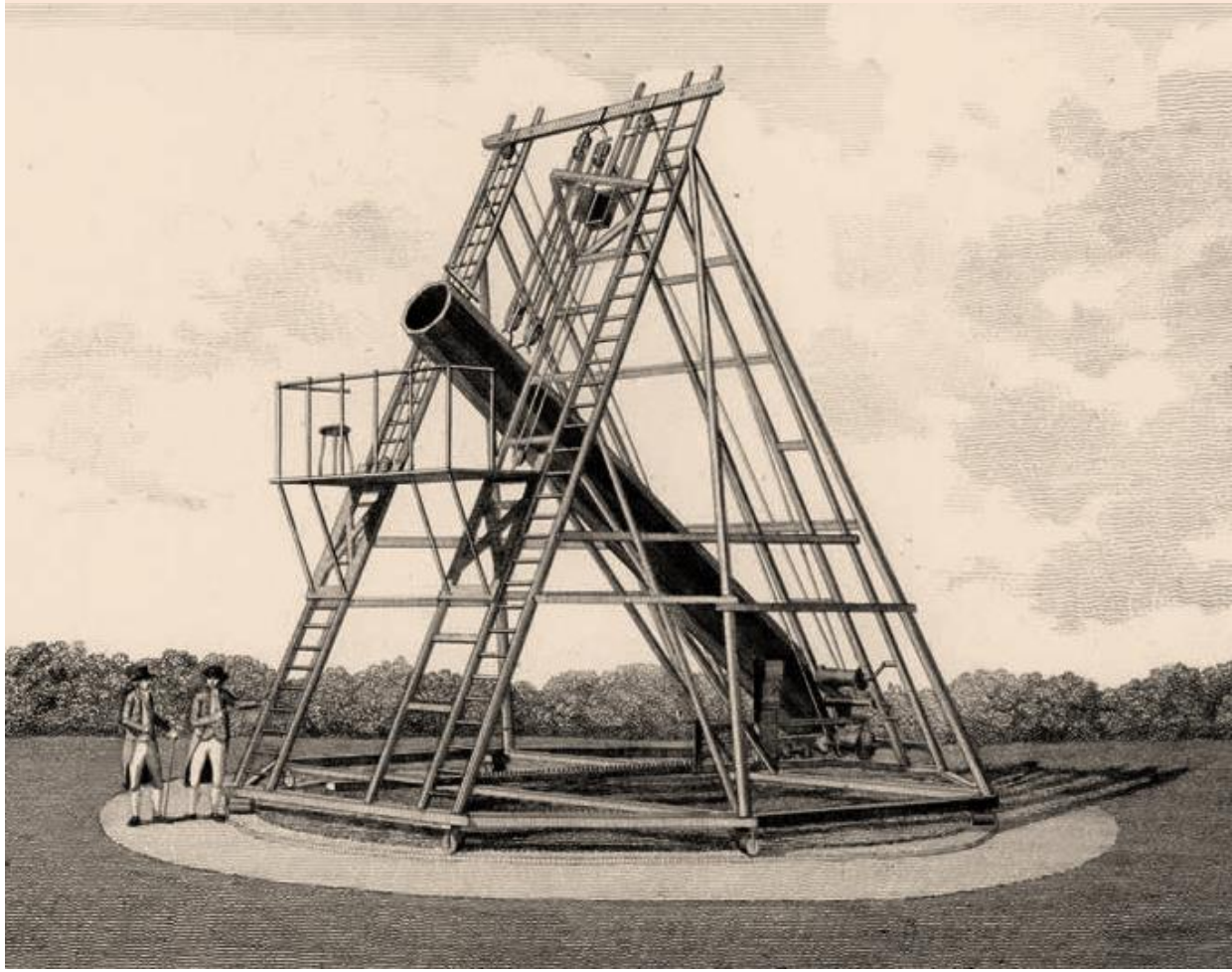
MAPA DEL OCÉANO PACÍFICO, DEDICADO A MENDOZA RÍOS POR A. ARROWSMITH

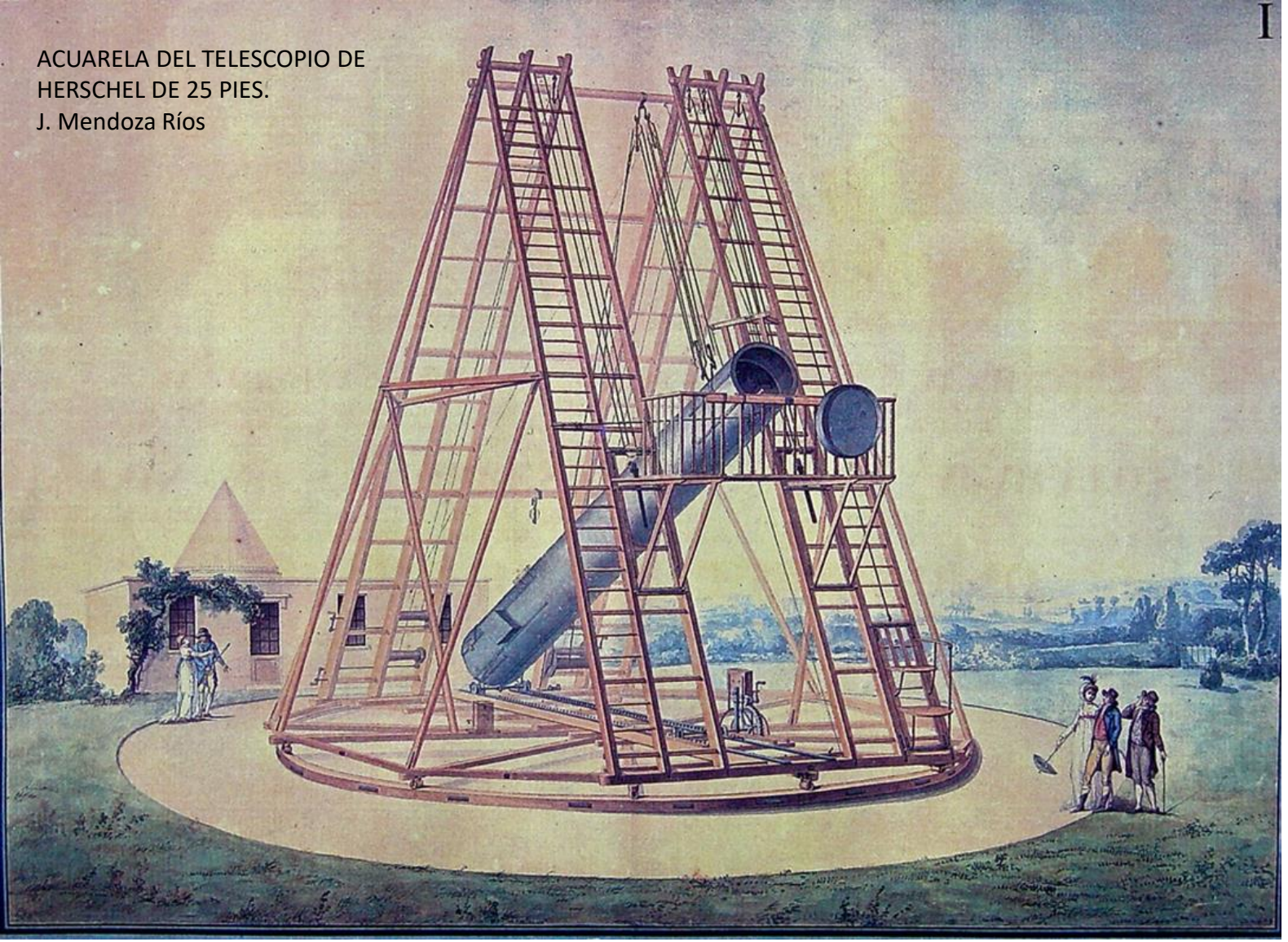


Cartela del mapa

El cierre de esta reivindicación de la figura de Mendoza Ríos es un tanto contradictorio y se refiere al servicio, con mayor proyección social, que prestó al Estado; al gestionar ante el astrónomo W. Herschel la construcción de dos réplicas de sus telescopios, con destino al Observatorio Astronómico de Madrid; uno mayor de 25 pies de largo y 24 pulgadas de diámetro y otro menor de siete pies de largo y siete pulgadas de diámetro. El proceso debió ser complicado, como evidencian las cartas que le dirigió este al marino español y que se conservan en la *Royal Astronomical Society.* Finalmente, en el mes de enero de 1802 se inició el traslado de todo el material desde Londres, aunque hasta mediados de agosto de 1804 no quedaron instalados en los aledaños del Observatorio; realizando el rey su inauguración formal el día 18. El desenlace es sabido, completa destrucción del telescopio mayor por parte de los soldados franceses en 1808. La aparente contradicción estriba en que gran parte de la gestión la efectuó Mendoza Ríos cuando ya había sido separado del servicio: en mayo de 1800 se le prohibió el uso de rango y uniforme, «por razones políticas y muy justas», sin que nunca fuesen aclaradas; no obstante, en 1796 la Secretaría de Estado de Marina le había ordenado que regresara a España y él hizo caso omiso, solicitando su retiro en el mes de septiembre de ese mismo año.

Grabado del telescopio de W. Herschel de 20 pies y un espejo de 18 pulgadas, instalado junto a su casa de Datchet, al Oeste de Londres. Año de 1782





ACUARELA DEL TELESCOPIO DE HERSCHEL DE 25 PIES.
J. Mendoza Ríos

El epílogo de esta reseña de Mendoza Ríos, puede ser considerado como una especie de acto de servicio póstumo, en tanto que gracias a él pudo ser reconstruido el telescopio mayor. En efecto, suya fue la obra: *Planos generales y particulares del telescopio de veinte y cinco pies ingleses de largo construido en Virtud de orden del Rey y disposición Exmo. Sr. Príncipe de la Paz para la descripción de dicho instrumento*; la cual debió acompañar a los instrumentos enviados a España. Realmente se trata de dos volúmenes, uno con doce acuarelas de 880 x 680 mm y otro con ocho de 640 x 505 mm; ambos se conservan en la Biblioteca del Observatorio Astronómico de Madrid y son distribuidos por el Centro Nacional de Información Geográfica (edición facsímil). Sin su concurso no hubiera sido posible contemplar de nuevo el telescopio, doscientos años después, cerca de su emplazamiento original. Tan brillante iniciativa fue tomada por Jesús Gómez González, físico y astrónomo del Instituto Geográfico Nacional, cuando dirigía el referido Observatorio.

Mendoza Ríos es, muy probablemente, el matemático astrónomo de origen español que, en los últimos dos siglos, alcanzó el más alto reconocimiento internacional, por su obra científica.

Eduardo Ortiz

E. Ortiz

Observación geodésica con el círculo acimutal en el vértice Tetíca, durante el enlace astronómico entre España y África, efectuado en el año 1879. Es poco probable que el operador del momento fuese el propio M. Merino, como responsable último de tan relevante operación científica; al centrarse solo en la parte astronómica de la misma.

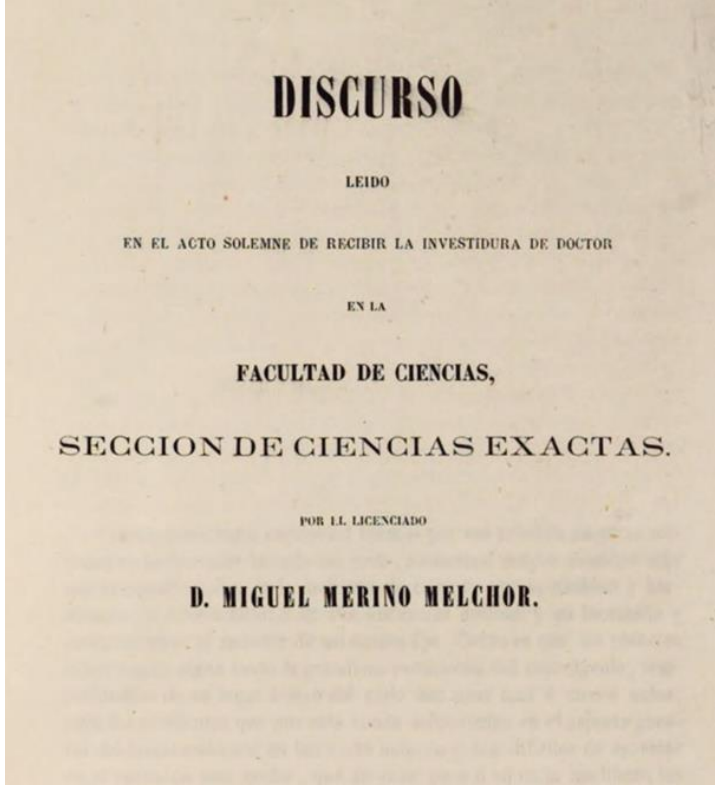
Miguel Merino y Melchor (1831-1905)

Astrónomo director del Observatorio astronómico de Madrid y uno de los primeros matemáticos españoles en estudiar, con el debido rigor, la forma de la Tierra; publicando los resultados en los Anuarios correspondientes a los años 1862 y 1863. También fue él quien dirigió el enlace astronómico entre Europa y África de 1879, parte sustancial de un proyecto científico más amplio que fue coordinado por Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero y por el Teniente Coronel francés François Perrier:. No se cuenta con suficiente información biográfica de Miguel merino, aunque si se sabe que nació en la localidad de Villafranca de Montes de Oca (Burgos) y que debió ser muy buen estudiante, con especial interés por las matemáticas, para que en el año 1852 ya fuese nombrado Profesor de Cálculo Infinitesimal en la Escuela preparatoria de Ingenieros de Caminos y de Minas. Siete años después ya era Astrónomo del Observatorio de Madrid, determinando en 1861 su latitud gracias a sus observaciones con el anteojo de pasos; constatando la bondad del valor obtenido ($40^{o}\ 24'\ 29''.9$) en 1853 por Antonio Aguilar Vela, director del mismo. En el año 1863 colaboró con el astrónomo francés Urbain Le Verrier para obtener la diferencia de longitudes entre Madrid y París, fijándola en $24^{m}\ 5^{s}.998 \pm 0^{s}.009$. En

EL OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO DE MADRID

Fotografía de Jean Laurent

esos años debió simultanear sus tareas con la docencia en la Facultad de Ciencias, ya que en 1863 leyó en ella su Tesis Doctoral: *Exposición razonada de los movimientos de las estrellas*. La tesis fue impresa en el folleto titulado: *Discurso leído en el acto solemne de recibirla investidura de doctor en la facultad de Ciencias, SECCIÓN DE CIENCIAS EXACTAS, por el Licenciado D. Miguel Merino Melchor*. Madrid. 1863. También data del mismo periodo la participación del Observatorio en el establecimiento de la Red Geodésica, imprescindible para el futuro Mapa de España; responsabilizándose del cálculo de las coordenadas geográficas de algunos vértices singulares, así como de la determinación del acimut astronómico de ciertos lados de la red. Tales trabajos, dependientes entonces de la Junta General de Estadística, fueron comentados en la Gaceta de Madrid, así sucedió por ejemplo en el número publicado el martes 26 de enero de 1864. En el que se refirieron los cálculos correspondientes a las observaciones verificadas en las tres campañas anteriores, para la determinación de las coordenadas geográficas de las provincias siguientes: Albacete, Alicante, Ávila, Burgos, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Palencia, Salamanca, Segovia, Valencia, Valladolid y Zamora. Indicando a continuación que la Brigada responsable de las observaciones estuvo mandada por Antonio Aguilar, como Director del Observatorio, y por Miguel Merino como astrónomo segundo. En el transcurso de esas campañas debió fraguarse la relación profesional y de amistad entre Merino e Ibáñez de Ibero, que tan fructífera sería para el progreso de la astronomía geodésica en nuestro país. Seguramente a raíz de esos nuevos cometidos se acrecentaría en Merino el interés por la geodesia y su intención de estudiar a fondo una de sus problemas fundamentales: el de la forma y dimensiones de la Tierra. Tampoco parece aventurado suponer que Ibáñez le animara a publicar su trabajo *Figura de la Tierra,* el cual se presentó en un solo volumen de 118 páginas (1862); aunque también se reprodujera en los anuarios del Real



DISCURSO

LEIDO

EN EL ACTO SOLEMNE DE RECIBIR LA INVESTIDURA DE DOCTOR

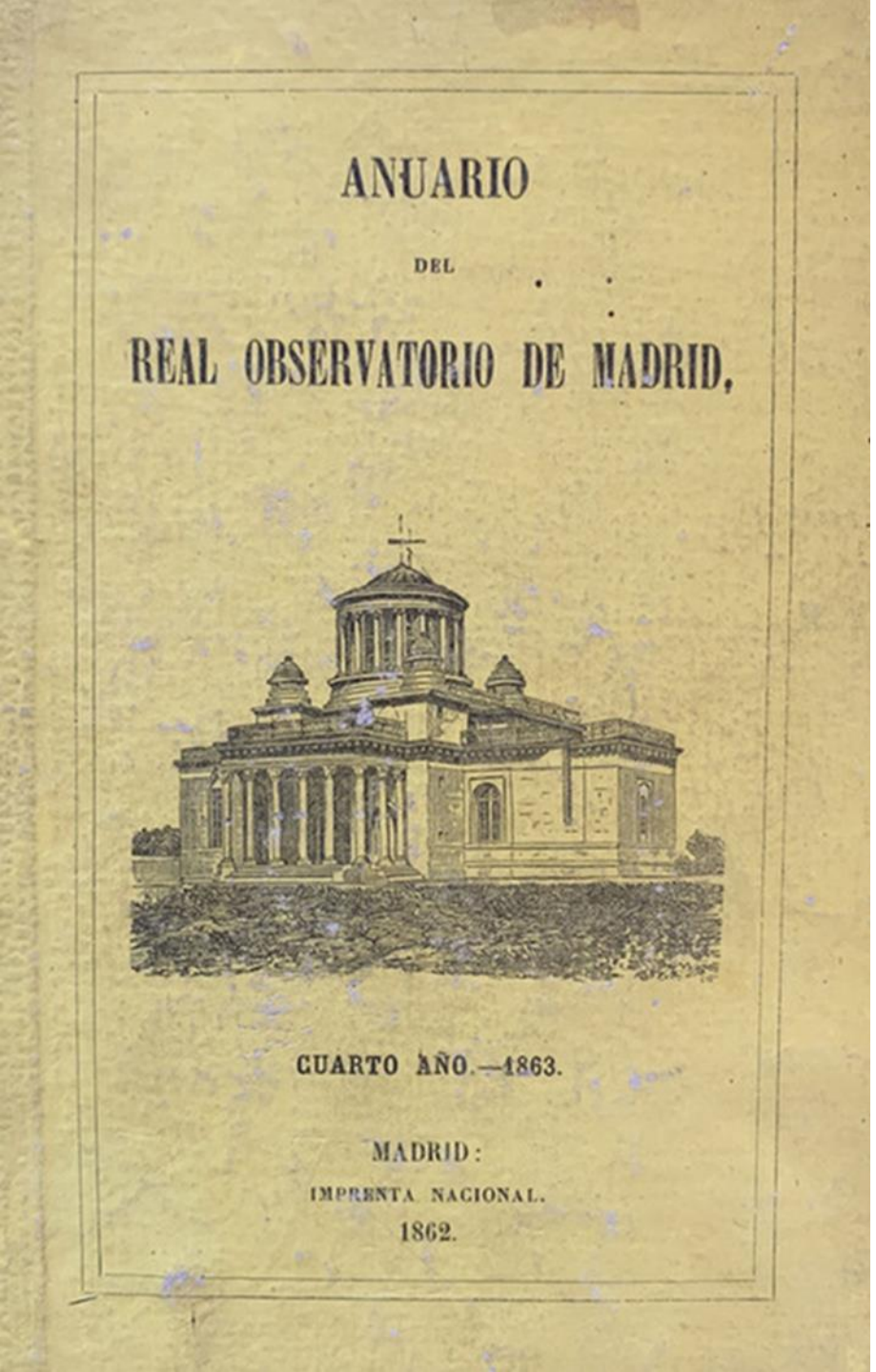
EN LA

FACULTAD DE CIENCIAS,

SECCION DE CIENCIAS EXACTAS.

POR EL LICENCIADO

D. MIGUEL MERINO MELCHOR.


ANUARIO

DEL

REAL OBSERVATORIO DE MADRID,

CUARTO AÑO.—1863.

MADRID:

IMPRENTA NACIONAL.

1862.

Observatorio Astronómico de Madrid: 1862 (Primera parte) y 1863 (Segunda parte). Curiosamente, esa segunda parte fue traducida al inglés, en el mismo año 1863, por C. A. Alexander, con el título *Figure of the Earth* y publicada en: *Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures, and condition of the Institution for the year 1863*. Al publicar Merino la segunda parte de su trabajo en el Anuario del año 1863, hizo saber que en la primera solo pretendió llamar la atención del lector sobre tan interesante cuestión, pero sin insistir demasiado en los medios y cálculos efectuados a lo largo del tiempo. Consiguientemente, creyó oportuno complementarlo para que los posibles lectores, que ya conocían la primera, pudiesen profundizar y progresar en el estudio de tres cuestiones principales: a) De como el entendimiento humano pudo llegar a ser consciente de la esfericidad y rotación de la Tierra; b) De como esas ideas fueron confirmadas y al mismo tiempo modificadas en ciertos detalles, gracias a las mediciones del globo terráqueo; c) Resumen del estado actual del conocimiento, acompañado de algunas tablas numéricas.

Seguidamente se reproducirán las dos tablas del tercer apartado, aunque la segunda de ellas sea solo de manera parcial. Para facilitar la lectura de la primera, ténganse en cuenta los significados de las letras que contiene:

38TH CONGRESS, 1st Session. } HOUSE OF REPRESENTATIVES. { MIS. DOC. No. 83.

ANNUAL REPORT

OF

THE BOARD OF REGENTS

OF THE

SMITHSONIAN INSTITUTION,

SHOWING THE

OPERATIONS, EXPENDITURES, AND CONDITION OF THE INSTITUTION FOR THE YEAR 1863.

WASHINGTON:
GOVERNMENT PRINTING OFFICE.
1864.

La FIGURA DE LA TIERRRA
por MIGUEL MERINO MELCHOR

FIGURE OF THE EARTH.

BY SR. MIGUEL MERINO.

Anuario del Real Observatorio de Madrid; cuarto año; 1863.

TRANSLATED FOR THE SMITHSONIAN INSTITUTION BY C. A. ALEXANDER.

In an article inserted in our Annual for 1862, under the same title with the present, we proposed, as our nearly exclusive object, to present, in an elementary manner, the result of the investigations heretofore made to determine the form and volume of the earth, apart from historical notices, numerical details, and, in a word, whatever might embarrass the course of the reasoning, or distract the attention of our readers. Thus conceived and compiled, that first article was for the most part dry, as regards results, and incomplete under various aspects. Dry, inasmuch as the mind takes less pleasure in the final solution of a problem than in the survey of the means and computations employed to overcome, one after another, the difficulties which beset it; and incomplete, because without numbers there is in the physical sciences no precise solution, such as shall leave the mind tranquil and satisfied. To supply our intentional omission is the design of the present pages, in which, assuming the substance of our former article to be known, we shall consider, successively, and under the new point of view just indicated, the three following points:

First. In what manner the human understanding, acted upon by the immediate testimony of the senses, acquired, after a long uncertainty, a clear idea of the roundness and rotation of the earth.

Second. By what means that first idea, founded on a somewhat superficial examination, became confirmed, and, at the same time, modified in some of the details by the actual and direct measurement of our globe.

Third. The present state of the question, briefly summed up in certain numerical tables.

I.

In considering the progress of astronomy we must distinguish two epochs of quite different character—one very remote, and only known to us by vague and confused tradition, which has often undergone a strained interpretation; the other nearer to our own times, whose history has been consigned to unequivocal and imperishable monuments. In the opinion of certain authors possessed of erudition and talent, and doubtless sincere in their belief, but led astray possibly by the excess of their imagination, the ancient people of central Asia, the Chinese, Indians, Assyrians, and Chaldeans, as well as the Egyptians, enjoyed a civilization superior to the modern, cultivated the sciences, and possessed, particularly, a knowledge of celestial phenomena, to which our present astronomers cannot yet pretend. In the possible case that this were so, although the mind instinctively revolts from believing it; that astronomy flourished at a period of which history preserves no distinct traces, and that all which we know to-

Elementos del elipsoide terrestre. FIGURA DE LA TIERRA. M. Merino Melchor

	(1799.)	Walbeck, (1819.)	Schmidt, (1829.)	Bessel, (1841.)	Airy, (1849.)	James, (1858.)
R	6375739	6376895	6376959	6377397	6377480	6378283
r	6356650	6355832	6355522	6356079	6356175	6356086
D	19089	21063	21437	21318	21305	21597
C	1334.00	1302.78	1297.48	1299.15	1299.33	1294.26
e^2	0.005979	0.006595	0.006712	0.006674	0.006671	0.006785
Q	10014988	10016803	10016904	10017592	10017722	10018933
q	10000000	10000268	10000074	10000856	10000996	10001966
D	111277.6	111297.8	111298.9	111306.6	111308.0	111322.0
d	111111.1	111114.1	111111.9	111120.6	111122.2	111133.0

R y r, son el los radios ecuatorial y polar; D, la diferencia entre ambos; C, la compresión polar del globo terráqueo, o la diferencia de radios referidos al mayor; e^2 , cuadrado de la excentricidad de cualquier elipse meridiana, es decir el cociente entre la diferencia de los cuadrados de los dos radios principales y el cuadrado del radio ecuatorial; Q y q, los valores del cuadrante ecuatorial y el cuadrante meridiano; D y d, los valores del desarrollo de un grado del ecuador y de un grado medio de meridiano, expresados en metros.

Para interpretar la segunda tabla, ha de tenerse en cuenta la identificación siguiente: La letra ϕ simboliza a la latitud, o distancia del ecuador al lugar ocupado por el punto al que se refieren los datos de la derecha; M expresa el desarrollo del arco de meridiano comprendido entre la primera latitud y la marcada en el margen; P, es el desarrollo de un grado de paralelo; R, es el radio de terrestre, o distancia de la superficie al centro de la Tierra, el cual varía con la latitud del lugar; A, es el área en kilómetros cuadrados, de la superficie limitada entre dos meridianos separados un grado en el ecuador y dos paralelos, entre los que interviene un grado de meridiano dependiente de la latitud. Se constata de inmediato que el desarrollo del grado aumenta con la latitud. La superficie total del elipsoide resultaría igual a 509 950 715 km^2, teniendo un volumen de 1082 841 311 330 km^3.

Otras magnitudes geométricas del elipsoide terrestre

ϕ.	M.	P.	R.	A.
0	,,	111307	6377397	,,
1	110564	290	7391	12306
2	565	239	7372	302
3	566	155	7340	295
4	568	037	7296	284
5	571	110886	7239	269
6	574	701	7168	251
7	578	482	7085	229
8	583	230	6990	204
9	588	109945	6882	175
10	594	627	6761	142
36	938	0153	0073	064
37	956	89001	6369718	9939
38	975	7822	9360	811
39	994	6616	8998	681
40	111013	5384	8633	548
41	032	4125	8266	411
42	051	2841	7897	271
43	071	1531	7526	129
44	090	0196	7154	8983
45	110	78837	6783	835
81	649	17469	6606	057
82	655	15542	6496	1842
83	661	13610	6399	1628
84	666	11673	6315	1412
85	670	9733	6244	1195
86	673	7790	6185	979
87	676	5845	6138	762
88	678	3898	6106	544
89	679	1950	6087	327
90	680	,,	6079	109

El reconocido prestigio de Miguel Merino dentro y fuera de España, hizo que el día 6 de diciembre de 1866 fuese elegido miembro de la Real Academia de ciencias Exactas, Físicas y Naturales; aunque no tomase posesión hasta el 22 de marzo de 1868, ocupando el puesto que había dejado vacante el Coronel de Artillería José Balanzat y Baranda. El discurso de ingreso versó sobre el *Cálculo de Probabilidades*, indicando que estaba «consagrado en esencia a definir y precisar las leyes de los sucesos humanos y de los actos tan variados y múltiples de la naturaleza física; a distinguir lo que llamamos contingente y eventual, de lo constante y necesario; a descubrir el orden y la regularidad, donde parece al pronto que el desorden y la confusión imperan en absoluto; á prever en conjunto, habido conocimiento de las causas, los sucesos que de ellas deben desprenderse…». Poco más adelante recordó merino la importancia que tuvo el estudio de la probabilidad para el progreso experimentado por la Astronomía y la Geodesia, dos disciplinas afines, en el siglo XIX. En su exposición no pudo faltar una referencia al principio de los mínimos cuadrados: « en cuya sencilla y bien concertada fábrica, no la vista, ni el oído, ni la mano, sino exclusivamente la inteligencia tuvo parte»; y a la controversia sobre su origen, entre Gauss y Legendre, que no restó mérito a ninguno de los dos. Incidiendo un poco

Emblema de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

más en ella, destacó el papel jugado por Laplace, con estas palabras: «Pero así como Gauss eclipsó, por completo casi en este punto, la gloria de Legendre, así Laplace, el inmortal autor de la *Théorie analytique des probabilités*, grandiosa síntesis y complemento necesario además ele cuantas obras análogas le habían precedido, aminoró también algún tanto la importancia y mérito de las investigaciones de aquel primer geómetra, contraponiéndolas otras, tan admirables por los antecedentes en que se apoyan, como por la sutileza de ingenio y profunda ciencia matemática que revelan». Merino concluyó su discurso con la esperanza de que, en un futuro, se consultara a la Academia para organizar el estudio de esa rama de las ciencias: « Y en aquel día, qué para honra y prosperidad de nuestra patria querida, deseo luzca muy pronto, ¡feliz yo, si, prescindiendo del desaliño de la frase y de la pobreza y vulgaridad de mis ideas, no dais por completo al olvido la recomendación que os dejo hecha del Cálculo de las Probabilidades!.

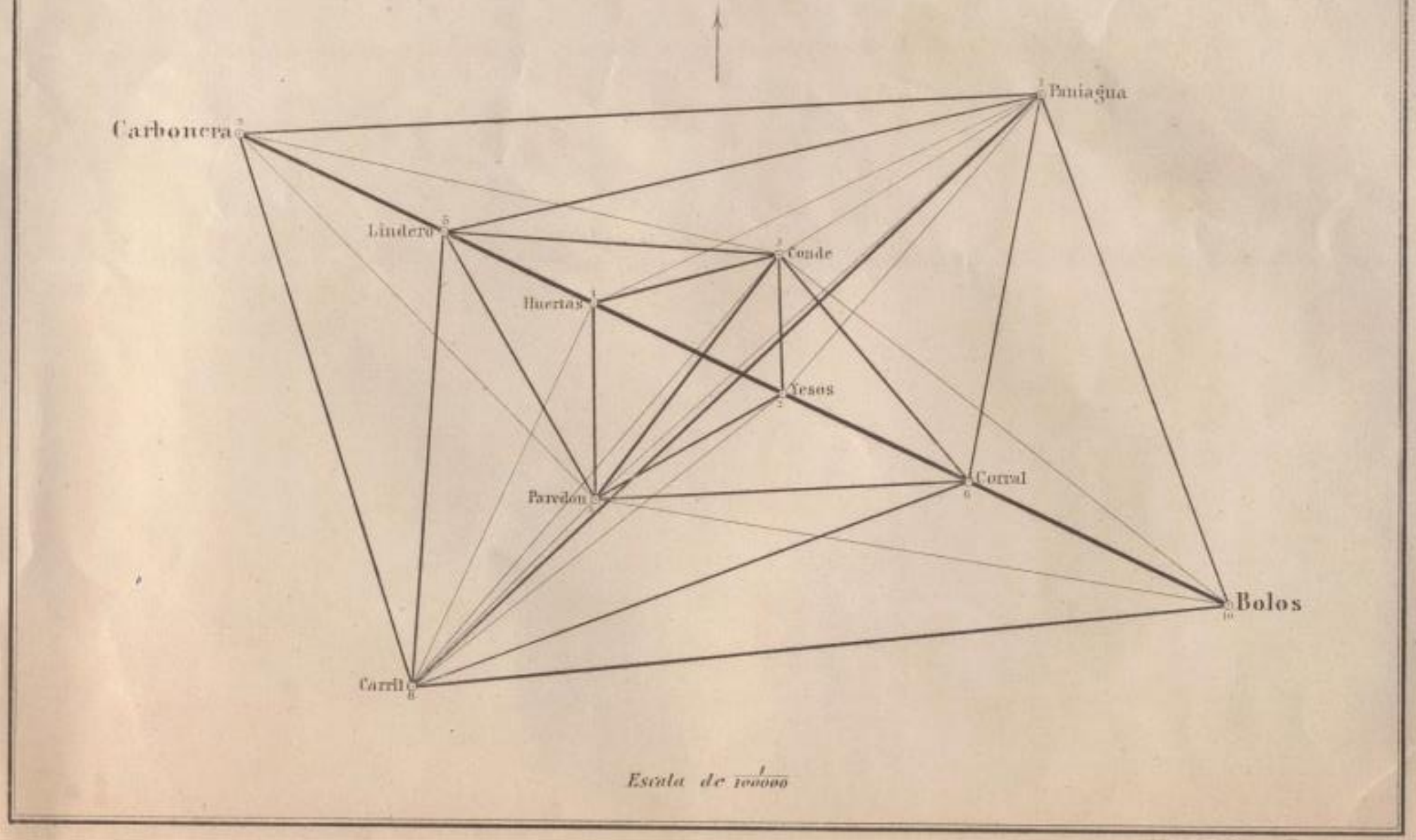
El discurso de bienvenida fue pronunciado por el ya citado A. Aguilar y Vela, Director entonces del Real Observatorio de Madrid y Secretario Perpetuo de la Academia; la elección fue sabia, ya que el título de su tesis doctoral fue *De la importancia del estudio del Cálculo de Probabilidades* (fue defendida en 1855 en la Facultad de Filosofía, Sección de Ciencias Físico-Matemáticas). El elogio que hizo de Merino merece ser reproducido: « A la edad de 20 años se dio ya a conocer como profesor de Matemáticas en uno de los Establecimientos públicos mejor reputados en nuestro país; el que en la Dirección general de Telégrafos del reino desempeñó difíciles comisiones científicas, con aplauso siempre de sus jefes; y el que en el Observatorio de Madrid consiguió desde el primer día granjearse el aprecio de sus superiores, y captarse

Antonio Aguilar y Vela, suegro de Miguel Merino Melchor.

(1820-1882)

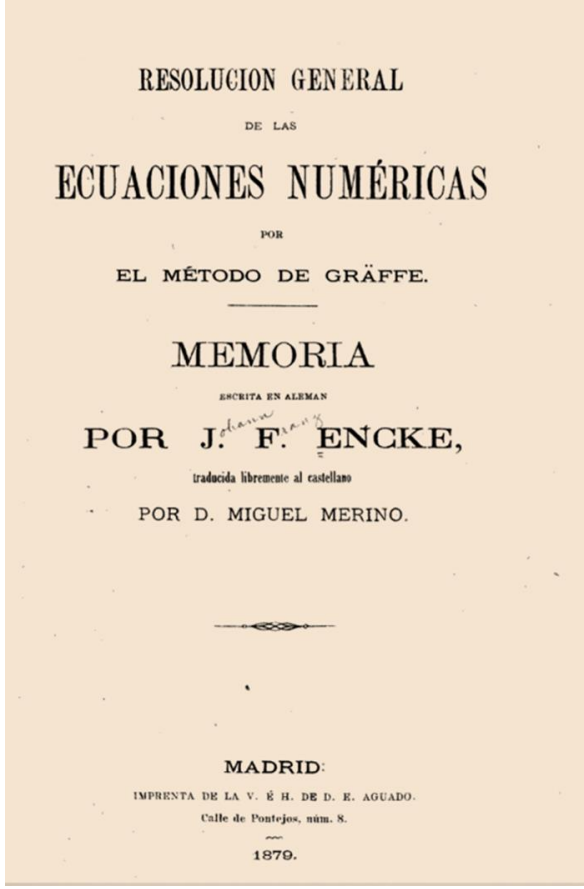
el respeto y el cariño de sus compañeros; el modesto astrónomo, en fin, qué con sus escritos, notables por la claridad y sencillez que en ellos resplandecen, ha dado a conocer su nombre dentro y fuera de España, mérito nada común debe poseer; y porque en efecto le posee, y no por otro motivo, la Academia le ha recibido en su seno, y premiado de la manera única que podía galardonarle por sus numerosos y útiles trabajos». Una de las referencias más interesantes de Aguilar fue la que hizo a propósito de la *Tabla de Mortalidad* elaborada por Merino en 1866, a semejanza de la que habían hecho astrónomos tan ilustres como E. Halley: «como astrónomo, pues, el Sr. Merino tenía antecedentes dignos que imitar; e imitándolos, y publicando en 1866 la primera tabla de mortalidad apropiada a nuestro país, y basada en los datos y materiales con gran diligencia acopiados por la Junta general de Estadística, realizó una obra, al mismo tiempo que honrosa, meritoria, y por muchos conceptos digna de encomio». También alabó a continuación la exposición que había hecho el nuevo académico del método de los mínimos cuadrados: «de mano maestra nos ha descrito el origen, historia y uso general del método de los *mínimos cuadrados*, corolario precioso del Cálculo de las Probabilidades, y compendio, restringiendo mucho el sentido de las palabras, de sus múltiples e importantísimas aplicaciones científicas». Aguilar se lamentó después de que dicho método no figurara «en ninguno de nuestros programas de enseñanza pública», aunque en la práctica se estudie y aplique cuando el trabajo así lo exige: «La prueba de esta aserción la hallareis principalmente en la obra titulada, *Base central de la triangulación geodésica de España*, que con honra del país y suya propia muy envidiable, han preparado y dado a la estampa en 1866 dos

BASE GEODÉSICA DE MADRIDEJOS.



Escala de $\frac{1}{100000}$

individuos dignísimos de esta misma Academia (se refería a Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero y a Frutos Saavedra Meneses). Cuantos consideren el Cálculo de las Probabilidades como parto muy natural y sencillo del sentido común, pueden consultar aquel libro, y examinar detenida, o aunque sea someramente, los ingeniosos y sutiles medios de compensar los errores fortuitos de la observación…».

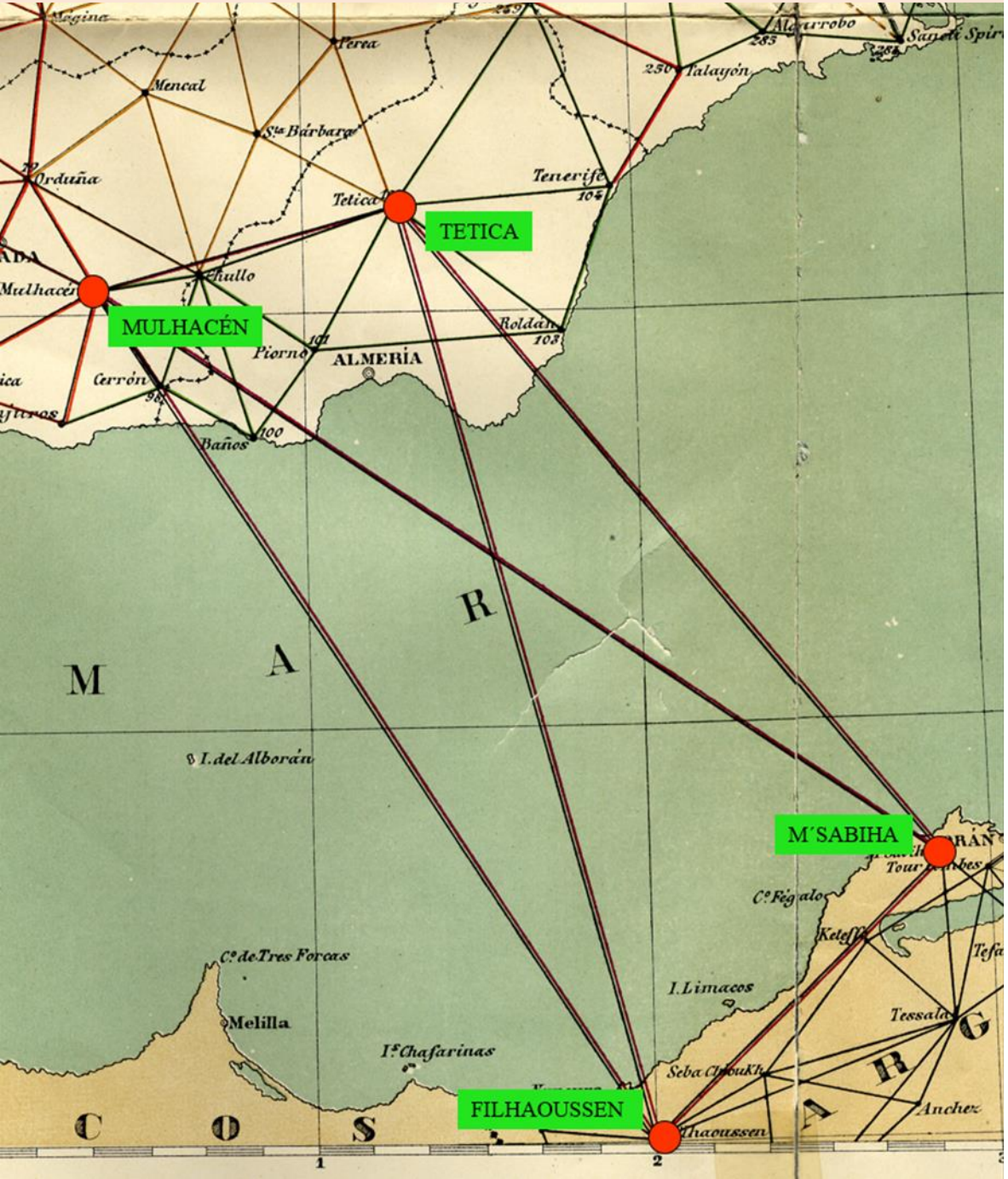

RESOLUCION GENERAL
DE LAS
ECUACIONES NUMÉRICAS
POR
EL MÉTODO DE GRÄFFE.

MEMORIA
ESCRITA EN ALEMAN
POR J. F. ENCKE,
traducida libremente al castellano
POR D. MIGUEL MERINO.

MADRID:
IMPRENTA DE LA V. É H. DE D. E. AGUADO.
Calle de Pontejos, núm. 8.
1879.

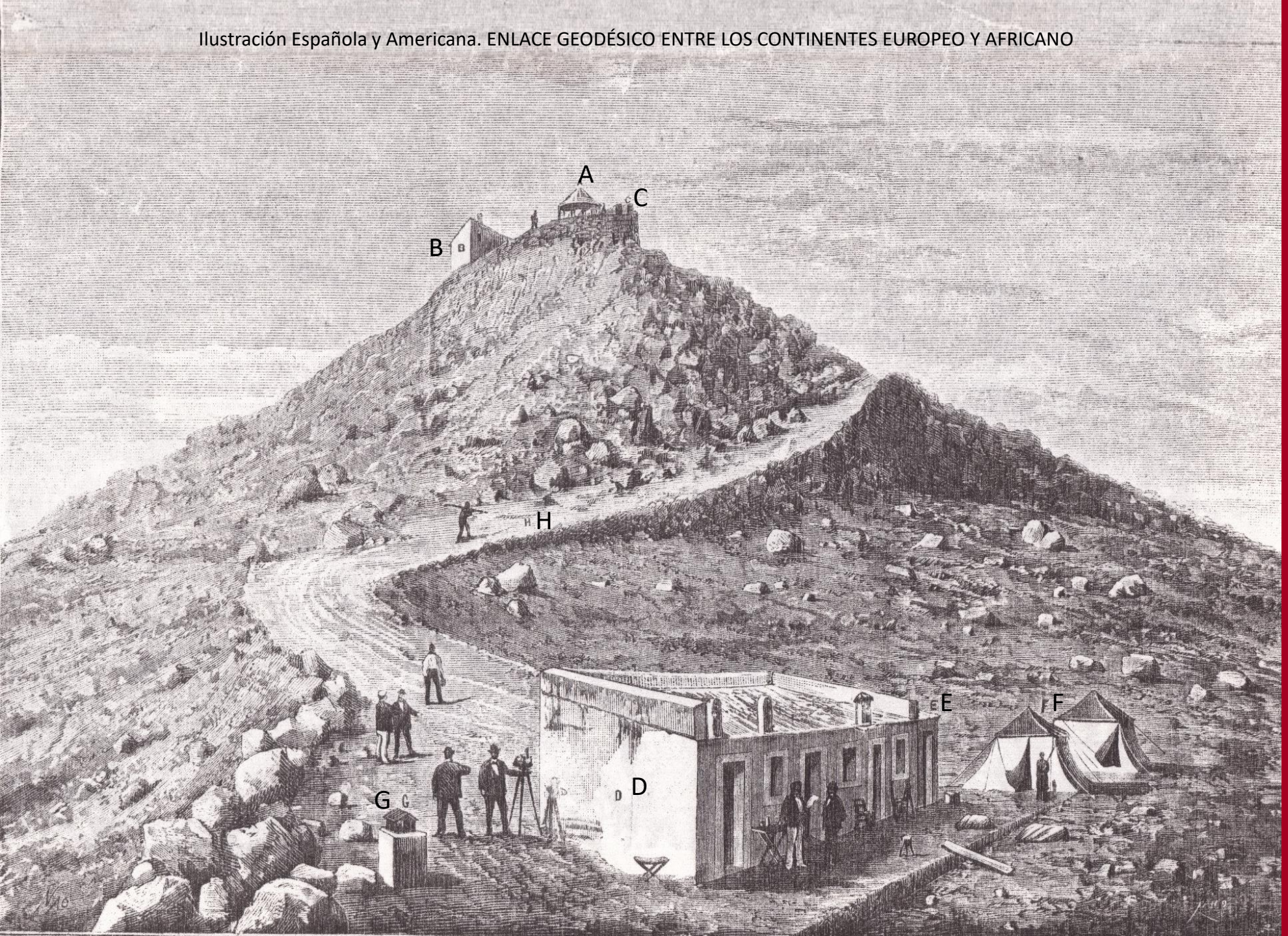
Merino compatibilizó los cometidos astronómicos, propios de su cargo en el Observatorio, con sus estudios matemáticos; uno de los mejores testimonios fue la traducción que hizo de la memoria: *Allgemeine Auflösung der numerischen Gleichungen* (Resolución general de las ecuaciones numéricas), presentada por el matemático y astrónomo alemán Johann Franz Encke en el *Berliner Astronomisches Jahrbuch,* un anuario para el año 1841. Merino comentaba en el prólogo que el autor había resuelto el problema «por un procedimiento sencillo, directo y eficaz, superior a cuantos le habían precedido», se trataba de lo siguiente: *dada una ecuación numérica, de cuyas raíces no se tiene por de pronto conocimiento alguno, ni relativo a su especie o naturaleza, ni menos todavía a su magnitud, encontrar los valores numéricos de estas raíces, exactos si es posible, o tan aproximados a la verdad cuanto se desee y necesite en cualquier caso*. Merino no se limitó a la traducción de la Memoria propiamente dicha, sino que amplió considerablemente su contenido, tal como comentaba al finalizar dicho prólogo: «Con esto ya sabe el lector lo que le ofrecemos: una disertación matemática de 120 o más páginas, traducida de otra de escasas 60. ¿Pecaremos de inmodestia o de exagerados calificando de libre la traducción? Falta que alguien, con fundado motivo, no pueda calificarla de licenciosa. Si bien lo que más nos dolería es que fuese estéril, y que en nada contribuyese a reanimar en nuestro país la afición al estudio de las matemáticas». La traducción fue publicada en Madrid en el año 1879.

TRIÁNGULOS DE LA RED GEODÉSICA Y DEL ENLACE INTERCONTINENTAL



Precisamente sería en ese año 1879 cuando M. Merino se convierte en uno de los protagonistas de un proyecto científico que marcaría un hito sobresaliente en la historia de las ciencias geográficas: El enlace astronómico y geodésico entre Europa y África; el cual sería liderado por el general español Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero y por el Coronel francés Pierre Perrier. La unión quedó materializada por el cuadrilátero formado por los cuatro vértices siguientes: Mulhacén, Tetíca, M´Sabiha y Filhaoussen; responsabilizándose Merino de las observaciones astronómicas realizadas en el vértice almeriense situado en la cumbre de la Tetíca de Bacares. Ambos directores acordaron que los instrumentos serían idénticos (un círculo acimutal y otro de meridiano portátil construidos en los talleres de los hermanos Brunner, en París) y que las observaciones deberían ser simultáneas, usando heliotropos durante el día y por la noche la luz generada por potentes máquinas de vapor, empleando como aditamento los colimadores ópticos de Manguin. Asimismo, programaron un enlace astronómico para cerrar el polígono Madrid-París-Marsella-Argel, que se efectuaría sobre los vértices Tetica y M'Sabiha, una vez finalizado el geodésico; en ellos se calcularía no solamente la

Ilustración Española y Americana. ENLACE GEODÉSICO ENTRE LOS CONTINENTES EUROPEO Y AFRICANO

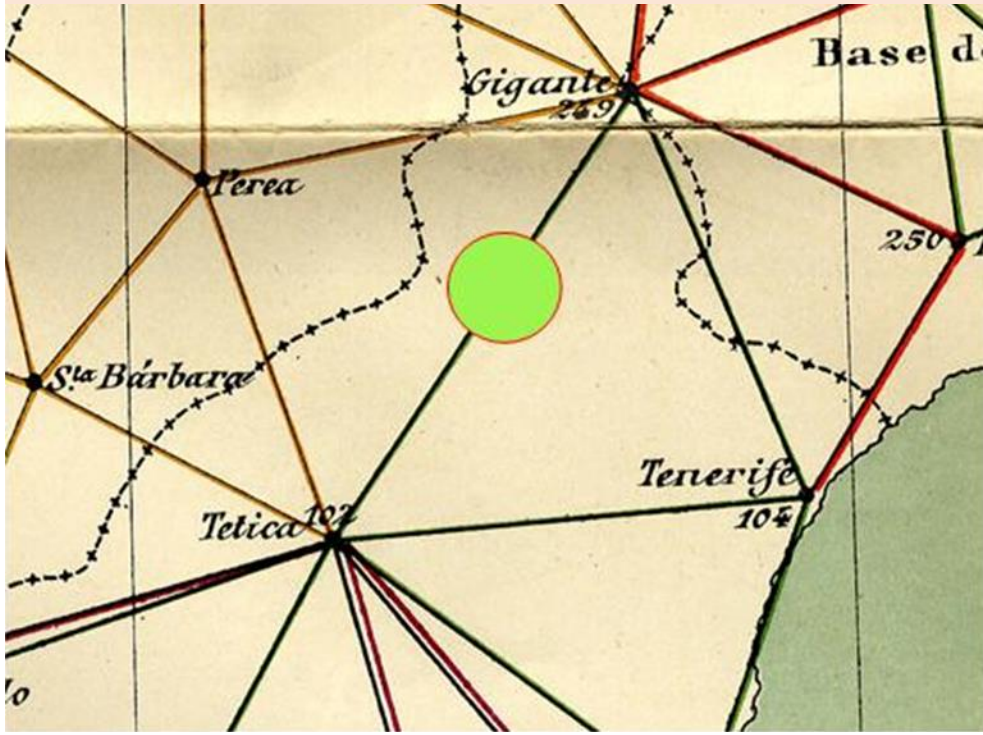


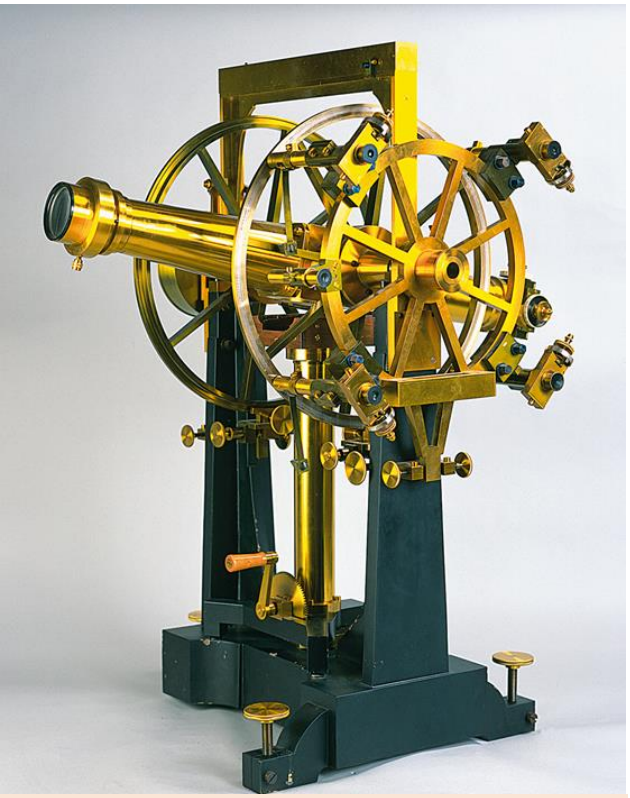
VÉRTICE CONSTRUIDO
EN LA TETÍCA DE BACARES

A. Tienda de observación. B. Cobertizo para la máquina y habitación para los maquinistas. C. Reflectores para dirigir la luz eléctrica. D. Habitaciones para los astrónomos, geodestas y auxiliares.
E. depósito de material. F. Tiendas para el destacamento de tropas. G. Estación meteorológica. H. Camino practicado para subir al vértice

diferencia de longitudes sino también la latitud y el acimut de una dirección; siendo Merino el responsable de esas últimas observaciones en el vértice almeriense, sito en la cumbre de la Tetíca de Bacares, y Perrier de las efectuadas en M´Sabiha, en las proximidades de Orán. Análogo éxito que el enlace geodésico tuvo el astronómico, siendo la primera vez que se hacía en Europa una determinación directa de la diferencia de longitudes en tales circunstancias. Esta se calculó apoyándose en el intercambio regulado de señales luminosas entre los vértices M'Sabiha y Tetíca, usando las fórmulas de Mayer y Bessel para la reducción de las observaciones efectuadas a estrellas circumpolares. Para determinar la latitud se observaron estrellas que culminaban a menos de 30º del cenit. Finalmente, el acimut del lado Tetíca-Gigante (otro vértice geodésico de primer orden) se calculó directamente por medio de las observaciones estelares citadas. La operación se dio por concluida el día 16 de noviembre de 1879.

En el vértice Tetíca se obtuvo el acimut astronómico del lado que lo unía a Gigante, marcado con un círculo verde.





Círculo meridiano portátil de Brunner

Una de las mediciones que entrañó mayor dificultad fue la determinación de la ecuación personal de los dos operadores implicados (Merino y Perrier) evaluada antes y después de que se calculase la diferencia de longitudes, una relativa a las culminaciones estelares y otra a la observación de la ocultación de las señales

luminosas transmitidas. Las primeras determinaciones se realizaron en París, concretamente en el *Bureau des Longitudes*, que tenía el Depósito de la Guerra en Montsouris, entre los días 17 de junio y 2 de agosto de 1879. En segundo lugar, se procedió de forma análoga en el Observatorio Astronómico de Madrid, entre los días 27 de mayo y el 3 de junio de 1880. Los resultados obtenidos se resumen en la tabla adjunta:

Lugar	Noches	Estrellas	$E_P - E_M$
París	6	229	$0^s.109 \pm 0^s.005$
Madrid	5	191	$0^s.117 \pm 0^s.005$

Dada la diferencia tan pequeña entre las dos ecuaciones, se supuso que ambas permanecían constantes en el transcurso de todas las observaciones y se adoptó como valor definitivo la media aritmética de los dos anteriores, es decir $E_P - E_M = 0^s.113 \pm 0^s.005$. Para la ecuación personal relativa a los eclipses de las señales luminosas se procedió de igual forma, primero en París (del 14 al 26 de julio de 1879) y luego en Madrid (del 3 al 7 de junio de 1880), logrando los siguientes resultados:

Lugar	Noches	Señales	$E^P - E^M$
París	7	5000	$0^s.127 \pm 0^s.002$
Madrid	4	4000	$0^s.150 \pm 0^s.005$

Al igual que en el caso anterior, el valor adoptado finalmente fue la media aritmética de los dos anteriores, es decir $E_P - E_M = 0^s.138 \pm 0^s.003$. En el capítulo siguiente figuran los primeros resultados astronómicos, propiamente dichos, gracias al intercambio de múltiples series de señales luminosas, realizadas en diversas noches de octubre (días 20, 23 y 30) y de noviembre (días 7, 9, 10 y 11). Tras efectuar las oportunas correcciones, el valor adoptado finalmente para la diferencia de longitudes geográficas dado por Merino y Perrier fue $\Delta\lambda = 6^m\ 14^s.979 \pm 0^s.013$.

Objet de la demande :

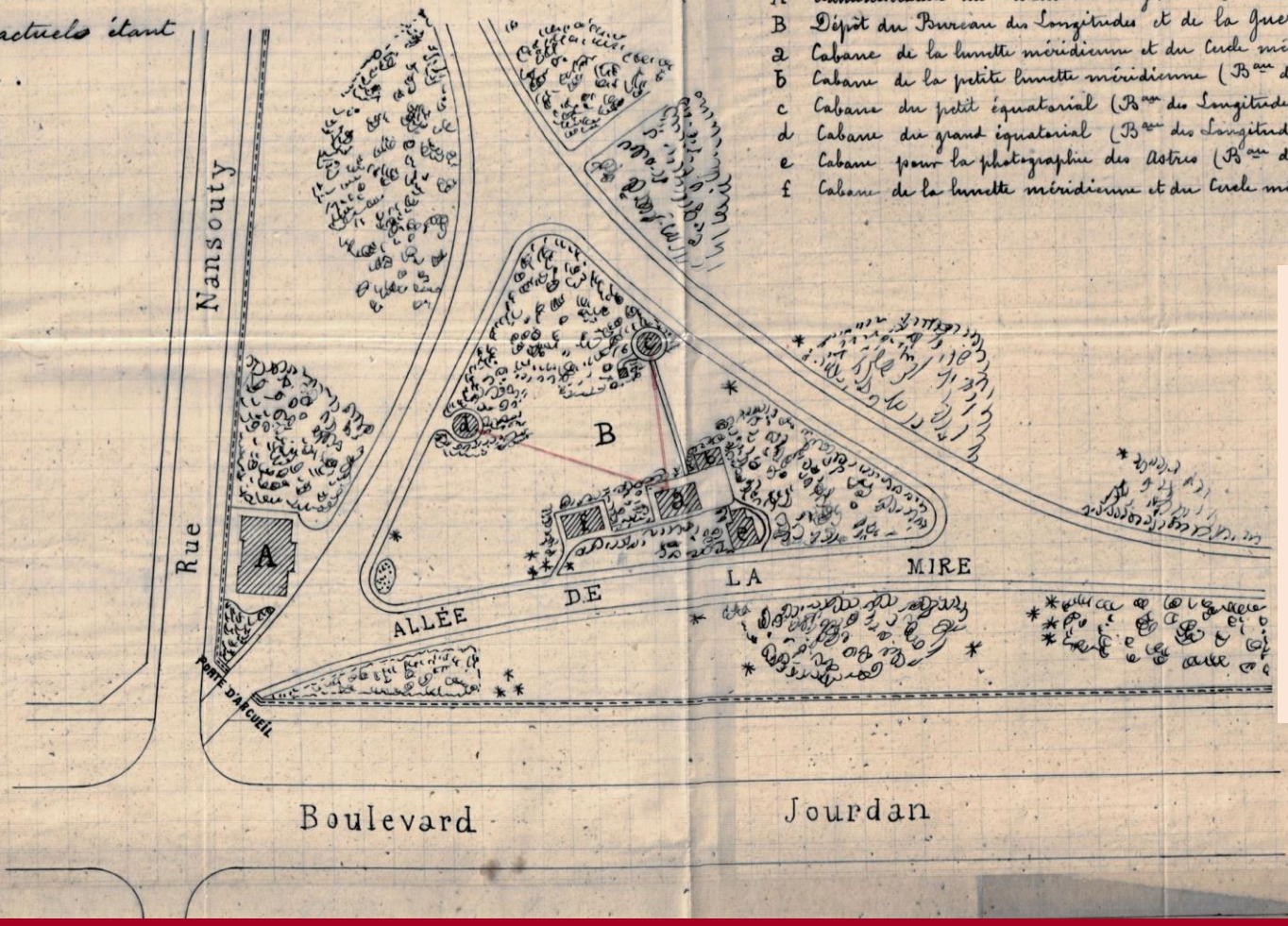
Autorisation d'établir à nouveau 2 câbles sans plomb destinés à relier électriquement
1° La Cabane d avec la cabane c
2° La Cabane d avec la cabane d
en suivant le tracé à l'encre rouge. Les câbles actuels étant hors de service.

Parc de Montsouris

Plan de la partie réservée au Bureau des Longitudes et à la Guerre

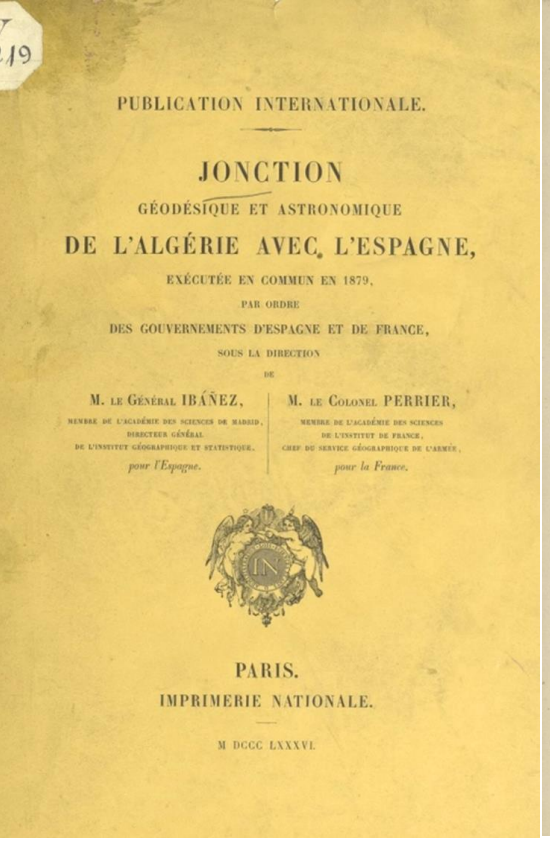
Echelle de 1/1m pour 1 mètre.

A Administration du Bureau des Longitudes (Instruction publique et Guerre)
B Dépôt du Bureau des Longitudes et de la Guerre
a Cabane de la lunette méridienne et du cercle méridien (B^au des Longitudes)
b Cabane de la petite lunette méridienne (B^au des Longitudes)
c Cabane du petit équatorial (B^au des Longitudes)
d Cabane du grand équatorial (B^au des Longitudes)
e Cabane pour la photographie des Astres (B^au des Longitudes)
f Cabane de la lunette méridienne et du cercle méridien (1re Topographique de l'Armée)



Plano del Observatorio asociado al *Bureau des Longitudes* (Parque Montsouris), junto a la mira meridiana del mismo. En esas instalaciones realizó M. Merino las observaciones astronómicas necesarias para hallar su ecuación personal.

Mira meridiana


PUBLICATION INTERNATIONALE.

JONCTION

GÉODÉSIQUE ET ASTRONOMIQUE

DE L'ALGÉRIE AVEC L'ESPAGNE,

EXÉCUTÉE EN COMMUN EN 1879,

PAR ORDRE

DES GOUVERNEMENTS D'ESPAGNE ET DE FRANCE,

SOUS LA DIRECTION

DE

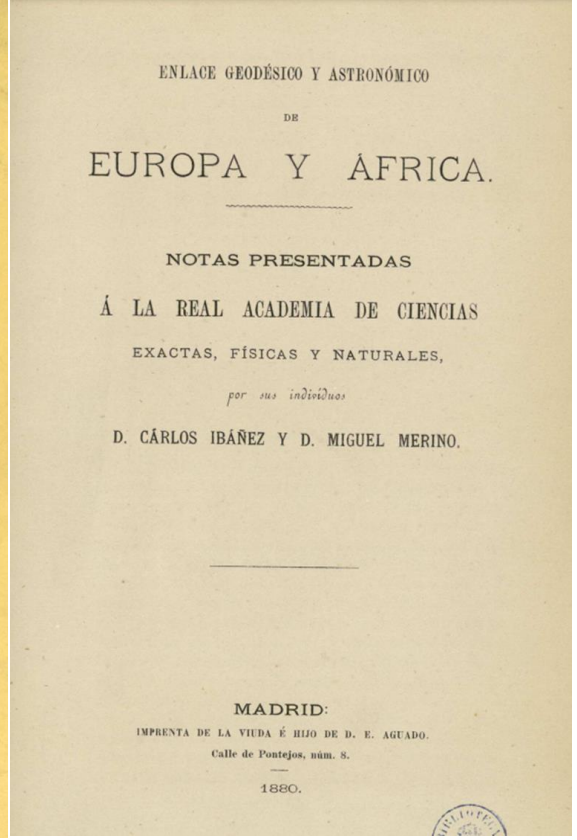
M. LE GÉNÉRAL IBÁÑEZ, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE MADRID, DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE ET STATISTIQUE. pour l'Espagne.

M. LE COLONEL PERRIER, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'INSTITUT DE FRANCE, CHEF DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE. pour la France.

PARIS.

IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC LXXXVI


ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO

DE

EUROPA Y ÁFRICA.

NOTAS PRESENTADAS

Á LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES,

por sus individuos

D. CÁRLOS IBÁÑEZ Y D. MIGUEL MERINO.

MADRID:

IMPRENTA DE LA VIUDA É HIJO DE D. E. AGUADO.

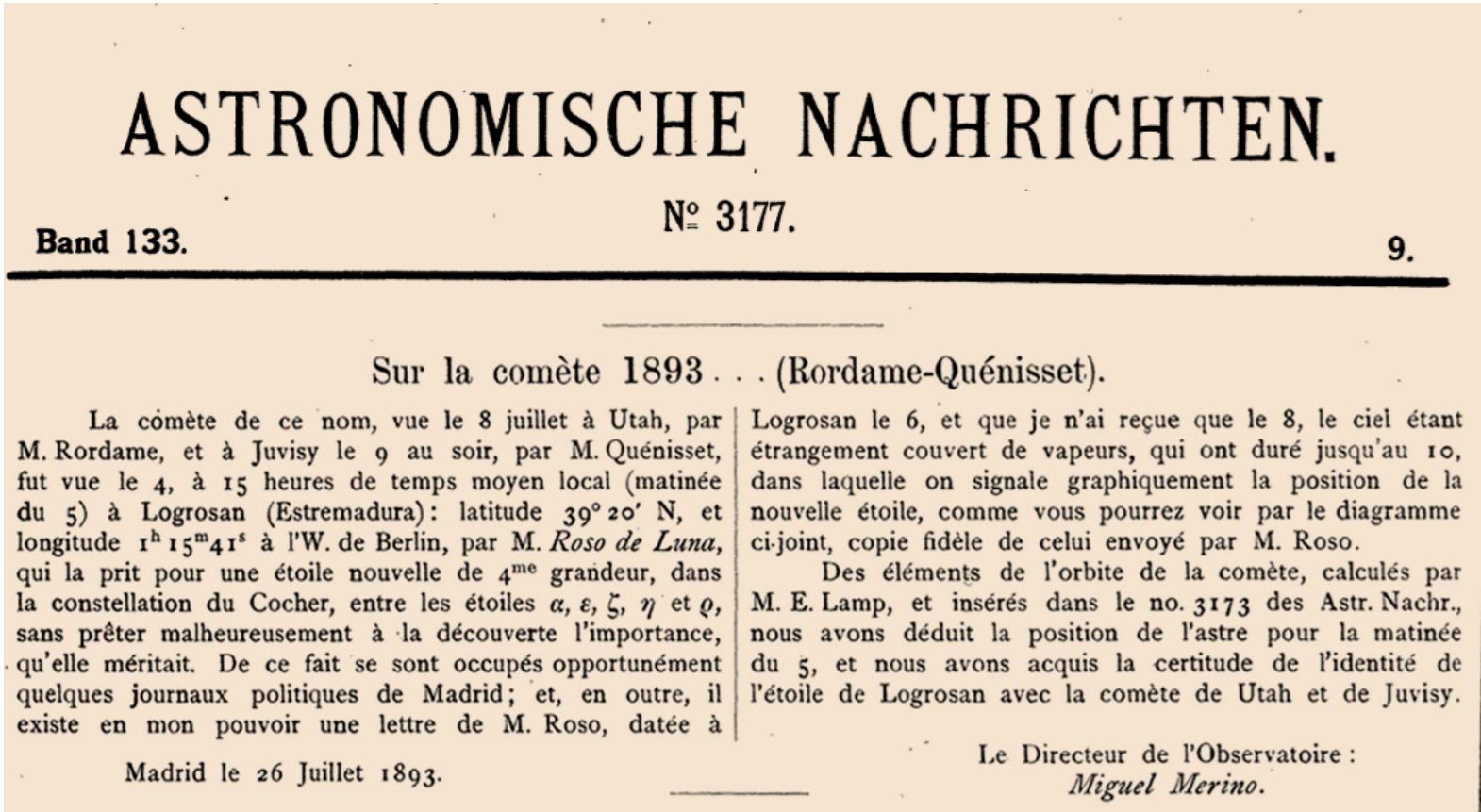
Calle de Pontejos, núm. 8.

1880.

Todos los detalles de tan relevante empresa se presentaron formalmente en la publicación internacional Enlace geodésico y astronómico de la (sic) Argelia con España, realizado en 1879, por Orden de los Gobiernos de España y de Francia, bajo la dirección de los señores: General Ibáñez, por parte de España, y Coronel Perrier, por parte de Francia. 1886. No obstante, C. Ibáñez y M. Merino decidieron adelantar los resultados a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, mediante sendos discursos leídos en su sede el 15 de febrero de 1880 y luego publicados en el folleto: *Enlace Geodésico y Astronómico de Europa y África. Notas presentadas a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por sus individuos D. Carlos Ibáñez y D. Miguel Merino.* Las primeras palabras pronunciadas por Merino en su discurso fueron de agradecimiento a C. Ibáñez de Ibero: «alma y vida de los trabajos emprendidos y efectuados en la posterior campaña y responsable principal, exclusivo casi, ante la nación española y el mundo científico, del éxito problemático de tan costosa y arriesgada aventura…Porque suponer, como él ha supuesto, que a mí me corresponde la honra de la jornada, cuando el la preparó…mientras yo sin fe ni esperanza, me constituí en mero ejecutor de sus planes y proyectos, paréceme lo mismo que atribuir en un combate militar el mérito de la victoria a los soldados, prescindiendo del jefe que los manda y guía». La proverbial modestia de Merino y su innegable rigor en sus observaciones, fue premiada por el gobierno de Francia al concederle la Legión de Honor. Años después, en 1887, sería nombrado Director del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid, y Secretario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, a la que representó en el Senado durante las

dos legislaturas siguientes: (1901- 1902) y (1903-1904). Como académico contestó a varios discursos de recepción, como el pronunciado en 1890, por el ingeniero de Montes Francisco de Paula Arrillaga y de Garro, primer sucesor de C. Ibáñez de Ibero como Director General del Instituto Geográfico y Estadístico, cuyo título fue *Fundamentos Matemáticos de la Novísima Metrología de Precisión.*

Como astrónomo publicó Merino varios artículos en el Anuario del Observatorio, entre los que pueden subrayarse los siguientes: *Sobre las estrellas fugaces* (1869 y 1870); *Los instrumentos astronómicos* (1871 y 1872) y *Breve Noticia de los viajes marítimos y de los consiguientes descubrimientos geográficos más importantes, o de mayor celebridad* (1876). Igual de destacables son los trabajos publicados en la prestigiosa revista alemana *Astronomische Nachtrichten*, de los que solo se comentará, como colofón de este resumen de su obra, la noticia que envió a esa revista en el mes de julio de 1893, la cual fue publicada en el ejemplar 3177. El interés de la misma radica en que se reivindicó el descubrimiento de un cometa para Mario Roso de Luna, un físico nacido en el pueblo cacereño de Logrosán. El propio observador dio cuenta formalmente de su hallazgo el día 6 de julio, remitiendo una carta al director del



ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 133. № 3177. 9.

Sur la comète 1893 . . . (Rordame-Quénisset).

La comète de ce nom, vue le 8 juillet à Utah, par M. Rordame, et à Juvisy le 9 au soir, par M. Quénisset, fut vue le 4, à 15 heures de temps moyen local (matinée du 5) à Logrosan (Estremadura): latitude 39° 20′ N, et longitude $1^h\,15^m41^s$ à l'W. de Berlin, par M. *Roso de Luna*, qui la prit pour une étoile nouvelle de 4me grandeur, dans la constellation du Cocher, entre les étoiles α, ε, ζ, η et ϱ, sans prêter malheureusement à la découverte l'importance, qu'elle méritait. De ce fait se sont occupés opportunément quelques journaux politiques de Madrid; et, en outre, il existe en mon pouvoir une lettre de M. Roso, datée à Logrosan le 6, et que je n'ai reçue que le 8, le ciel étant étrangement couvert de vapeurs, qui ont duré jusqu'au 10, dans laquelle on signale graphiquement la position de la nouvelle étoile, comme vous pourrez voir par le diagramme ci-joint, copie fidèle de celui envoyé par M. Roso.

Des éléments de l'orbite de la comète, calculés par M. E. Lamp, et insérés dans le no. 3173 des Astr. Nachr., nous avons déduit la position de l'astre pour la matinée du 5, et nous avons acquis la certitude de l'identité de l'étoile de Logrosan avec la comète de Utah et de Juvisy.

Madrid le 26 Juillet 1893.

Le Directeur de l'Observatoire :
Miguel Merino.

Mario Roso de Luna

Observatorio Astronómico de Madrid; indicando en ella que en el amanecer del día 5 había aparecido en el cielo una nueva estrella en la constelación de la Auriga, fijando incluso sus coordenadas ecuatoriales aproximadas: ascensión recta de $14^h\ 22^m$ y declinación boreal de 41°. Una vez recibida la carta y efectuadas las comprobaciones correspondientes, Merino envió a la repetida revista una breve reseña escrita en francés, en la que se apuntaba que el cometa divisado en Utah y en Juvisy, coincidía con la supuesta nueva estrella que había sido observada antes desde Extremadura; de acuerdo con los cálculos que se acababan de realizar en Madrid. He aquí la traducción de la nota remitida por Miguel Merino Melchor:

Sobre el cometa 1893… (Rordame-Quénisset)

El cometa de ese nombre, visto el 8 de julio en Utah, por M. Rordame, y en Juvisy en la tarde del 9, por M. Quénisset, fue visto el 4, a las 15 horas de tiempo medio local (mañana del 5) en Logrosan (Extremadura): latitud $39^o\ 20'$N, y longitud $1^h\ 15^m\ 41^s$ al W, de Berlín, por M. Roso de Luna, quien la tomó por una nueva estrella de 4ª magnitud, en la constelación del cochero, entre las estrellas α, ε, ζ, η y ρ, sin prestarle desgraciadamente al descubrimiento la importancia que merecía. De ese hecho se han ocupado oportunamente algunos diarios políticos de Madrid; y , por otro lado, existe en mi poder una carta de M. Roso, fechada en Logrosán el 6, y que no he recibido hasta el 8, estando el cielo extrañamente cubierto de nieblas, que han durado hasta el 10, en la cual se señala gráficamente la posición de la nueva estrella, como puede verse en el diagrama adjunto, copia fiel del enviado por M. Roso. A partir de los elementos orbitales del cometa, calculados por M. E. Lamp, insertados en el nº 3173 de las *Astr. Nachr*., hemos deducido la posición del astro para la mañana del 5, y hemos adquirido la certeza de la identidad de la estrella de Logrosan con el cometa de Utha y de Juvisy. El Director del Observatorio: ***Miguel Merino***. Madrid a 26 de julio de 1893.

Jerónimo Muñoz (ca.1540-1591)

Astrónomo, ingeniero matemático valenciano que observó y estudió la nueva estrella aparecida en el año 1572, la que luego sería identificada como supernova SN1572, y al que se le atribuye la formación de un Mapa del Reino de valencia, en el que debió basarse A. Ortelius para representarlo en su célebre *Theatrum Orbis Terrarum*. La Real Academia de la Historia publicó una amplia y brillante reseña de la vida y obra de Jerónimo Muñoz, firmada por el ilustre profesor Victor Navarro Brotons; a ella se remiten a los que quieran ampliar los comentarios siguientes, apoyados casi siempre en los del referido profesor. J. Muñoz se graduó de bachiller en Valencia (1537), viajando después a Europa para ampliar sus conocimientos cosmográficos. En su transcurso recibió las enseñanzas de O. Finé y de G. Frisius, aunque también las diese él de hebreo en la Universidad de Ancona, mientras estuvo en Italia. Cuando volvió a Valencia continuó con sus clases de hebreo, al ser nombrado catedrático de esa lengua (1563) en el Estudi general valenciano; dos años más tarde se le unió la cátedra de matemáticas. No obstante, la posibilidad de incrementar su

Víctor Navarro Brotons

salario hizo que, en el año 1578, aceptara la invitación formulada por La Universidad de Salamanca, en la que acabaría ocupando la cátedra de astronomía y matemáticas (1579 -1592).

Bóveda celeste de la Universidad de Salamanca, pintada por Fernando Gallego, entre 1480 y 1493.

Sus enseñanzas se centraron básicamente las matemáticas aplicadas a cuestiones afines: astronomía, navegación, geografía, topografía y cartografía, por citar algunas de las más relevantes; y lo hizo con tanto rigor que, en palabras de V. Brotons, «estaban al nivel de las que se impartían en las mejores universidades de la Europa de su época». Sus conocimientos cosmológicos fueron tales que determinó las latitudes astronómicas de diferentes lugares, usándolas probablemente como armazón de futuros levantamientos topográficos. Siguiendo de nuevo a Brotons, no es aventurado suponer que usara en ellos la todavía novedosa triangulación, cuyas bases le enseñaría G. Frisius (como alumno que fue de J. Deventer, pionero de la misma); llegando a aplicarla en la comarca valenciana de la misma. También parece verosímil que el mapa más antiguo del Reino de Valencia se formase a partir de la información geográfica proporcionada por J. Muñoz; dicho mapa sería

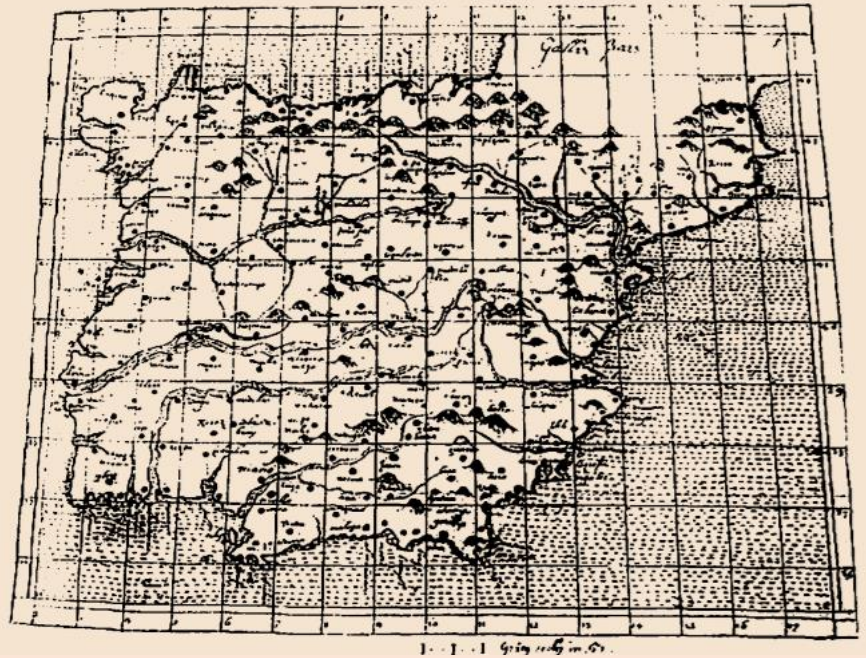
Occidens
CASTELLAE PARS
Cum priuilegio ad decennium. 1584.
MVRCIAE PARS
ARRAGONIÆ PARS
Meridies
Septentrio
Illicitanus sinus
Sucronensis sinus
Artemisium, siue Dianium prom. quod et Hemeroscopium, et Ferraria.
VALENTIAE REGNI, olim CONTESTANORVM SI PTOLEMAEO, EDETANORVM SI PLINIO CREDIMVS TYPVS.
MARIS MEDI TERRANEI PARS.
ARRAGONIAE ORA
Scala leucarum Hispanicarum
Oriens

Cartela del Mapa del Reino de Valencia (1584). *Theatrum Orbis Terrarum*

reproducido en la colección del Teatro confeccionado por el cartógrafo de Amberes, Abraham Ortelius. El mapa es una sencilla planimetría en la que se incluyeron las imágenes de los ríos y la de las albuferas, así como las de todas sus localidades, simbolizadas con una o varias torres, dependiendo de su entidad. Figuran también los límites con los reinos periféricos, dibujados con línea discontinua. La escala gráfica lleva un pitipié de nueve leguas hispánicas, en la esquina inferior izquierda. La rotulación fue mayoritariamente itálica. En cuanto a su orientación: sitúa el oeste en el lado superior, el este en el inferior, el norte en el lado derecho y el sur en el izquierdo. Lo más llamativo de ese cuadro rectangular es su cartela de estilo barroco, que rodea el título: *Valentiae Regni, olim contestatorum si Ptolemae, edetanorum si Plinio credimus typus*, el cual recuerda la Edetania romana citada por Plinio. En todo caso, la referencia más concreta al conocimiento cosmológico de J. Muñoz se encuentra en su obra *Astrologicarum et Geographicarum Institutionum libri sex*; comentada con todo detalle en el libro *Matemática, Cosmología y Humanismo en la España del siglo XVI, los comentarios al segundo libro de la Historia Natural de Plinio de Jerónimo Muñoz* (V. Navarro Brotons y E. Rodríguez Galdeano. Universidad de Valencia- CSIC.1998). Es evidente que la posición de Muñoz le permitiría acceder a la Cosmografía de Tolomeo e incluso a las lecciones cartográficas que preparó Nebrija, apoyándose en ella. En la primera obra citada se explicaba el modo de construir un globo terráqueo por medio de husos e incluso la posibilidad de representarlo sobre un plano, empleando para ello cualquiera de los sistemas cartográficos previstos

por el sabio alejandrino Incluso llegó a dibujar un mapa de la Península Ibérica, que recuerda la imagen que presentaba en los mapas supuestamente atribuidos a aquel. En ese manuscrito se incluyen comentarios geodésicos refrentes a las coordenadas geográficas, a la triangulación y al tamaño de la Tierra. La latitud proponía obtenerla por alturas de la estrella polar o del Sol, procedimientos que usó para obtener las de muchas ciudades; considerando que la determinación de la longitud entrañaba mayor dificultad, citando el método de los eclipses de Luna o el del transporte de reloj, sugerido por G. Frisius. De notable interés es la información que incluyó referente a la triangulación que le enseñó aquel, comentando como él mismo la usó en Valencia para enlazar, con los correspondientes triángulos, los vértices siguientes: Torre del Miguelete, Ermita de la Concepción, Moncada, Puig, Puzol, Alboraya y el Grao. A propósito de las dimensiones del globo terráqueo, aseguraba Muñoz que, por su propia experiencia, en los itinerarios terrestres 1º correspondería a 68000 pasos o a 17 leguas, por lo que el perímetro de la circunferencia meridiana sería de 6120 leguas o 2448000 pasos (resultando un radio de tan solo 4013 km).

Mapa de la Península Ibérica. J. Muñoz.

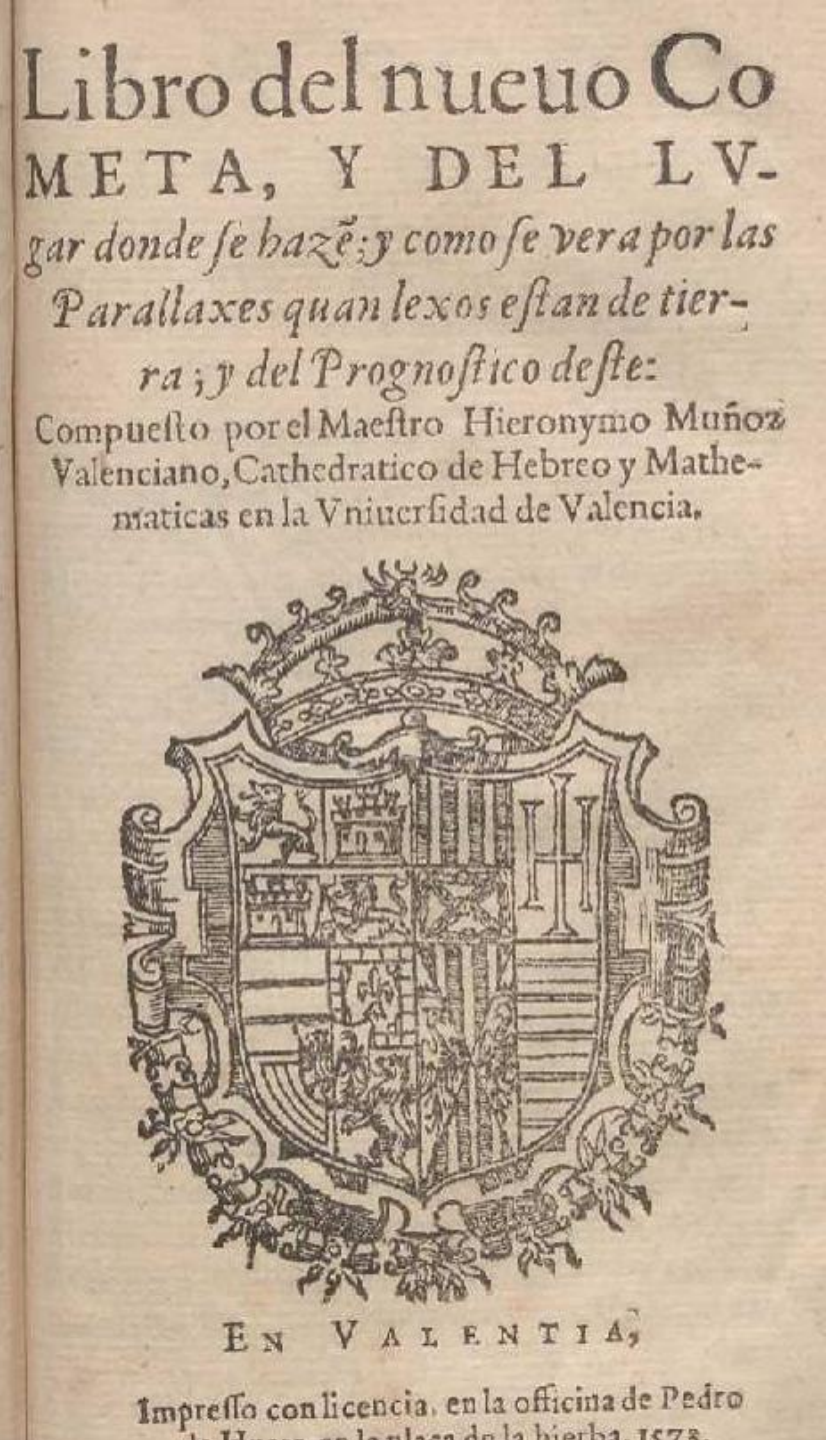


Astrologicarum et Geographicarum Institutionum libri sex

La fama adquirida por J. Muñoz en el desempeño de sus funciones, en las cátedras de hebreo y matemáticas en la Universidad de Valencia, fue tan notoria y creciente que en

el año 1567 ya fue nombrado astrónomo real. Sin embargo, fuera de España adquirió su mayor prestigio a partir del año 1572, pues a finales del mismo apareció una nueva luminaria en el cielo; llamada a revolucionar la historia del conocimiento, en tanto que resultó cuestionada la doctrina aristotélica de la inmutabilidad celeste. El astro en cuestión, observado por Tycho Brahe el 11 de noviembre, sería catalogado en el siglo XX como una supernova (SN1572), cuyos restos aún son visibles en el espacio profundo. Muñoz fue también uno de los privilegiados que tuvo la oportunidad de divisar y estudiar tan sorprendente fenómeno, despertando tanto interés sus informes, que el rey Felipe II le encargó que diese cuenta de los mismos por escrito. El título elegido para la Memoria fue el siguiente: *Libro del nuevo Cometa, y del lugar donde se hace y como se verá por las paralajes cuan lejos están de tierra y del pronóstico de este; compuesto por el Maestro Hieronimo Muñoz Valenciano, Catedrático de Hebreo y Matemáticas en la Universidad de Valencia* (1573). La dedicatoria al Rey se integró en el prólogo del libro, cuyo contenido se estructuró en los capítulos y anexos que se relacionan a continuación: I) De la variedad y géneros de las estrellas; II) De la aparición del Cometa y descripción del; III) De la latitud y longitud aparente del Cometa; IV) De los verdaderos lugares aparentes de lo que se ve sobre la Tierra, y de la Paralaje, V) en que se prueba que la estrella que aparece en el cielo, no es estrella fija, ni planeta sino

Tycho Brahe observando la supernova, junto a la constelación de Casiopea. *Astronomie Populaire* de Camille Flammarion. Paris.1884



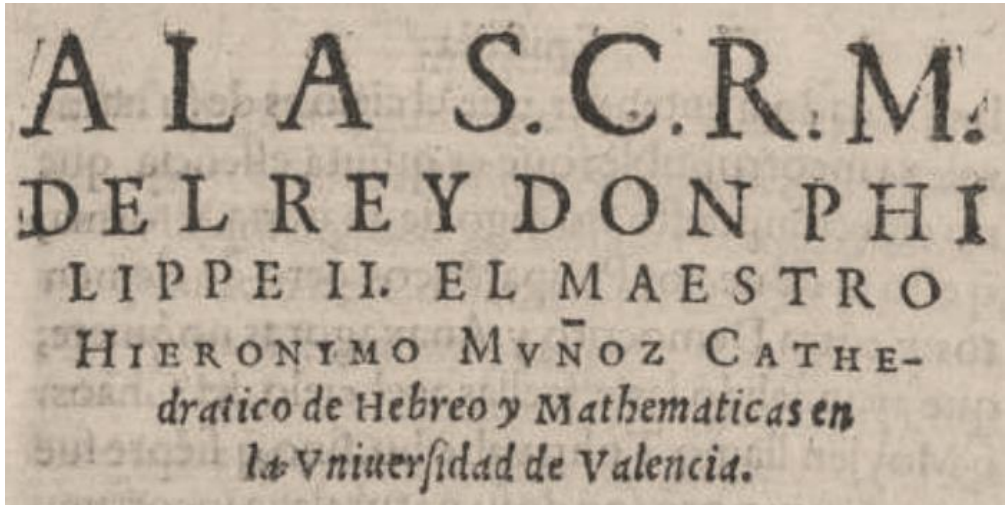
Libro del nueuo Co
META, Y DEL LV-
gar donde se hazẽ; y como se vera por las
Parallaxes quan lexos estan de tier-
ra; y del Prognostico deste:
Compuesto por el Maestro Hieronymo Muñoz
Valenciano, Cathedratico de Hebreo y Mathe-
maticas en la Vniuersidad de Valencia.

EN VALENTIA,

Impresso con licencia, en la officina de Pedro

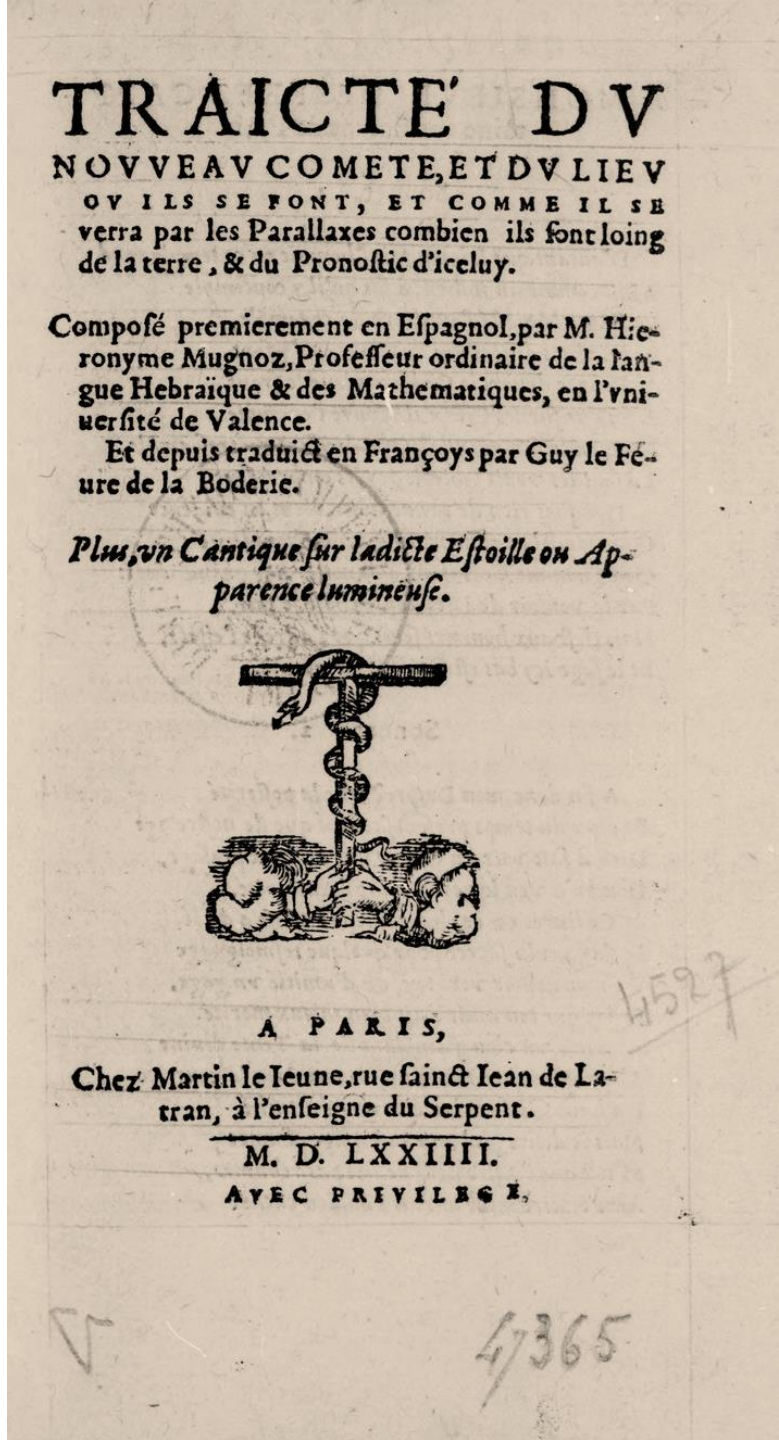
Cometa; VI) De los géneros y formas de cometas, y que no es alguno de los que escribe Plinio, ni Albumazar; VII) Del lugar donde se hacen los Cometas según los Peripatéticos; VIII) Que los Cometas que duran mucho, y tienen notable movimiento, no se hacen en el aire; IX) Como halló Tolomeo la latitud de la Luna, y la paralaje de ella; X) Como se concluirá la distancia de la Luna hasta el centro de la Tierra, hallada la paralaje, y más cuan grande paralaje tendrá en el horizonte, y de otras cosas importantes; XI) Como se han de hallar las paralajes, sin presuponer los lugares verdaderos de los fenómenos, que dan la vuelta sobre tierra, XII) Que nuestro Cometa no tiene paralaje, y de la grandeza del; XIII) Como se hallará la Paralaje en los fenómenos que suben sobre la tierra y bajan; XIV) Como se ha de hallar la verdadera declinación del fenómeno que tiene Paralaje y su latitud verdadera, y longitud de las tierras; XV) Que el cielo y estrellas no son quinta esencia, sino que tiene deudo y parentesco con los elementos, y de los efectos generales de los Cometas.

Anexos: 1) Pronóstico de las llamas y fuego que corre en el aire, y de los cometas, 2) Pronóstico de este nuevo cometa; 3) De lo que aconteció después del cometa que apareció en el año 1556.



A LA S.C.R.M.
DEL REY DON PHI
LIPPE II. EL MAESTRO
HIERONYMO MVÑOZ CATHE-
dratico de Hebreo y Mathematicas en
la Vniuersidad de Valencia.

El éxito del libro fue tal, que al año siguiente fue traducido al francés por el poeta Guy le Fèvre de la Boderie: *Traicté du nouveau comète et du lieu où ils se font, et comme il se verra par les parallaxes combien ils sont loing de la terre, et du pronostic d'iceluy, composé premièrement en espagnol par M. Hiéronyme Mugnoz, et depuis traduict en françoys par Guy Le Fèvre de La Boderie, plus un Cantique sur la dicte estoille ou apparence lumineuse, Paris, chez Martin Le Jeune, ruë Sainct Jean de Latran, à l'enseigne du Serpent, M. D. LXXIIII*. Muñoz ya adelantaba en su dedicatoria (prólogo) al Rey las dudas que existían sobre si se trataba realmente de una estrella o de un cometa, por no saber si se encontraba en el aire o en el cielo. Todas ellas las achacaba el autor a Aristóteles, por haberles dado a entender «que el cielo es de su naturaleza incorruptible, que es quinta esencia, que no está compuesto, no digo de materia y forma, que esto es de necios Peripatéticos, pero de elementos». Su crítica a Aristóteles fue manifiesta, señalando que al ser astrónomo no podía entender la doctrina de los Caldeos y Egipcios, perseverando por tanto en la eternidad de los cielos y en que los Cometas se encontraban en el aire. Tras enumerar una serie de razones que avalaban su postura, concluyó J. Muños afirmando: «he entendido, que es falso lo que dice, que es común opinión de todas las gentes que nunca ha habido en el cielo mudanza alguna, por lo cual los hace eternos. Y pues que hay en ellos mudanza, y en ellos se encienden los cometas, he sido forzado por razones naturales y demostraciones geométricas conceder que hay en el cielo corrupción e incendios».

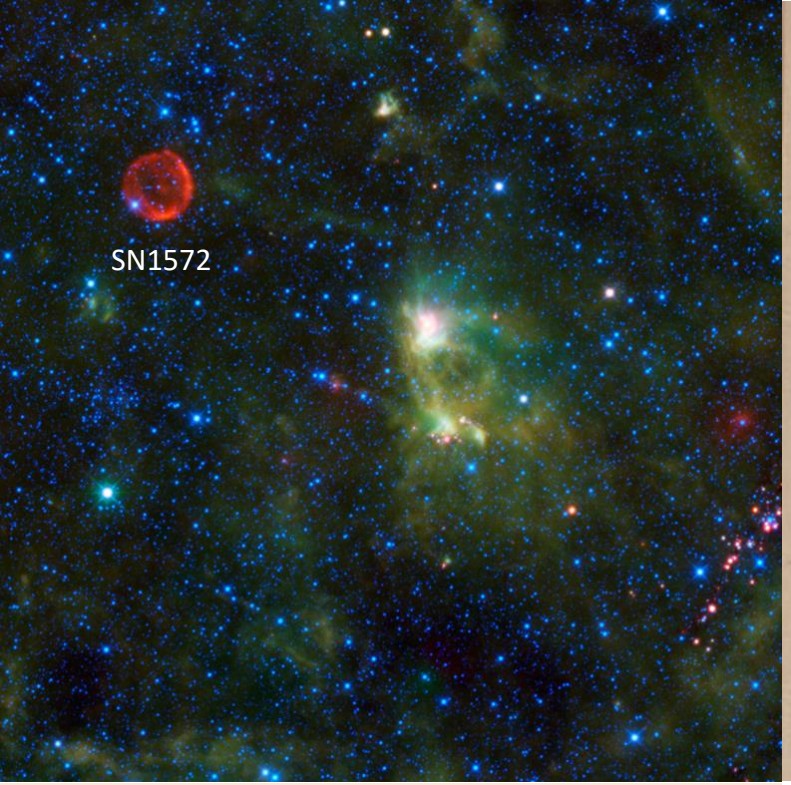


TRAICTE' DV
NOVVEAV COMETE, ET DV LIEV
OV ILS SE FONT, ET COMME IL SE
verra par les Parallaxes combien ils sont loing
de la terre, & du Pronoſtic d'iceluy.

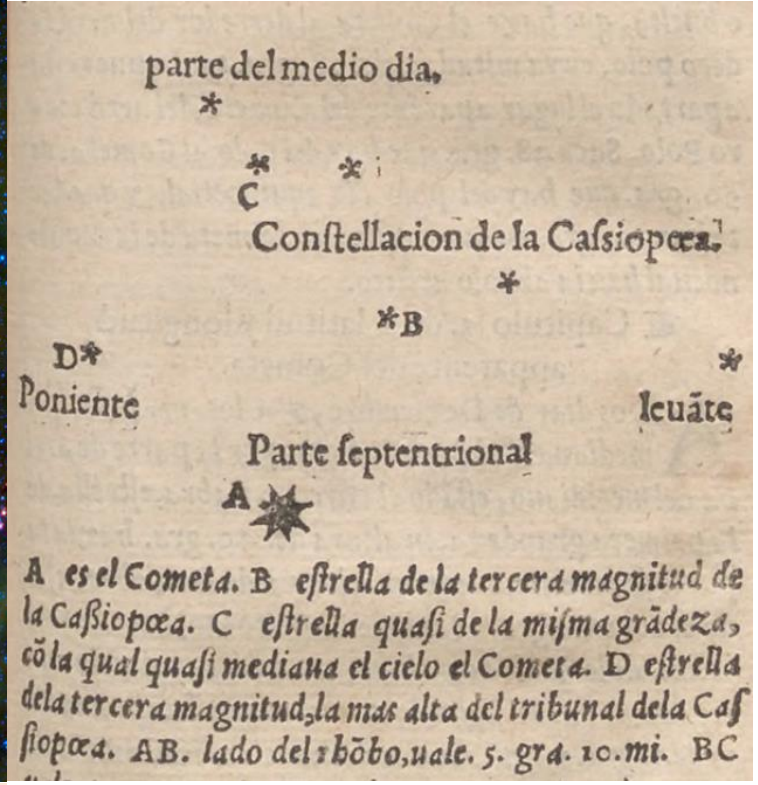
Compoſé premierement en Eſpagnol, par M. Hie-
ronyme Mugnoz, Profeſſeur ordinaire de la lan-
gue Hebraïque & des Mathematiques, en l'vni-
uerſité de Valence.
Et depuis traduict en Françoys par Guy le Fé-
ure de la Boderie.

*Plus, vn Cantique ſur ladicte Eſtoille ou Ap-
parence lumineuſe.*

A PARIS,
Chez Martin le Ieune, rue ſainct Iean de La-
tran, à l'enſeigne du Serpent.
M. D. LXXIIII.
AVEC PRIVILEGE.



El círculo rojo de la parte superior izquierda es la supernova SN 1572. Imagen de la NASA (*Wide-field Infrared Survey Explorer*)


parte del medio dia.

C

Conſtellacion de la Caſsiopœa.

B

D

Poniente

Ieuãte

Parte ſeptentrional

A

A es el Cometa. B eſtrella de la tercera magnitud de la Caßiopœa. C eſtrella quaſi de la miſma grãdeza, cõ la qual quaſi mediaua el cielo el Cometa. D eſtrella dela tercera magnitud, la mas alta del tribunal dela Caſ ſiopœa. AB. lado del rhõbo, uale. 5. gra. 10. mi. BC

J. Muñoz informó en el capítulo segundo de la fecha en divisó por primera vez el astro, que apareció de repente en 1572, así como de los lugares en que se vio, añadiendo un croquis que lo posicionaba junto a las estrellas de Casiopea: «Soy cierto que en el segundo día de noviembre de 1572 no había este cometa en el cielo, porque de propósito más de hora y media después de las seis de la tarde, enseñé en Onteniente a muchas personas públicamente a conocer las estrellas y había pastores muy ejercitados en ellas, los cuales no avisaron a los 18 que por la mañana aparecía una nueva estrella. A los dos de diciembre, de propósito mirando el cielo, vide cerca de la Casiopea una estrella, como el Lucero…». Más adelante continuaba detallando que supo, por las relaciones de unos calcineros y de pastores de Torrente, que la comenzaron a ver el 11 o 12 de noviembre, «la magnitud aparente del parecía entonces algo mayor que la de Júpiter, que dista del Cometa 59º y casi iguala con la del lucero, que por la mañana parecía. El color del era mezclado casi del color de Saturno, que tira algo del del plomo, y del de Marte, que parece fuego,… Más parecía centellar como estrella fija». Justo antes de presentar el dibujo correspondiente, aseguró que «hacía una figura cuasi de rombo con las tres más altas y mayores de la constelación de la Casiopea, la que está yendo al levante, de la imagen del Cygno, o Cisne, de donde sale el ramal de la vía láctea, o del camino de Santiago».

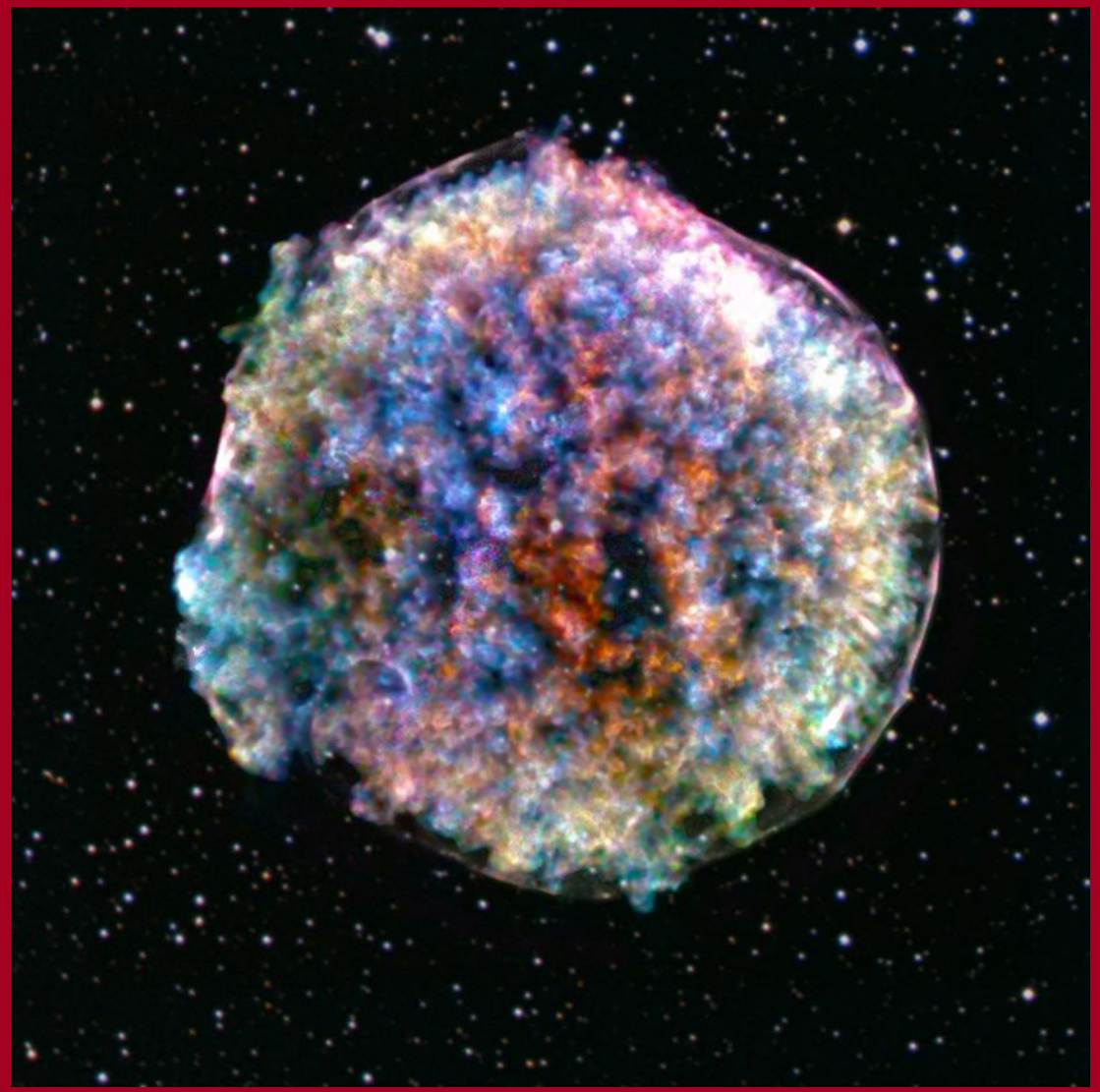
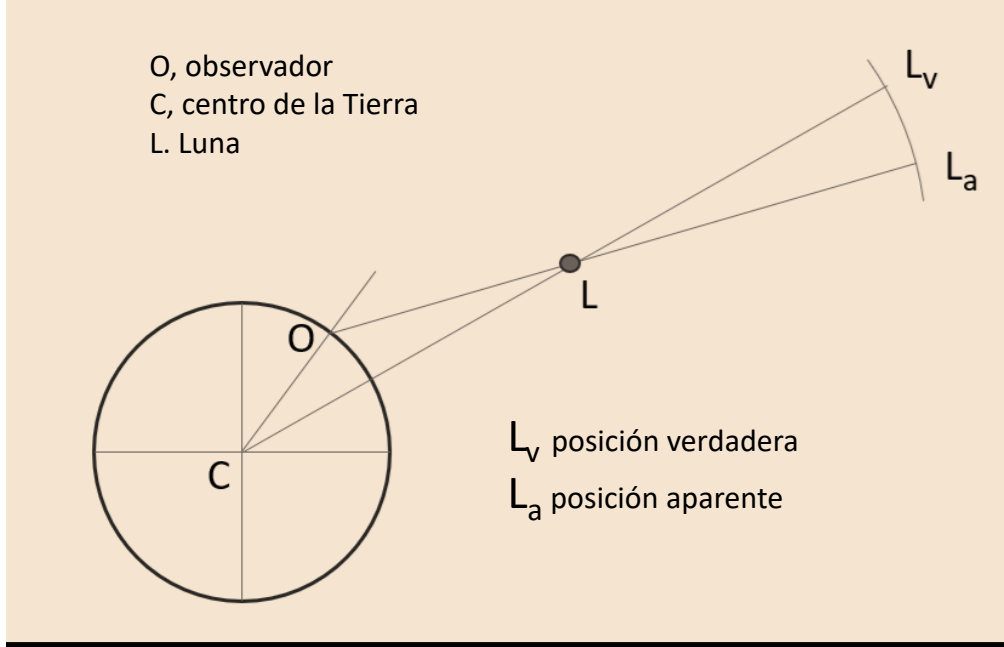
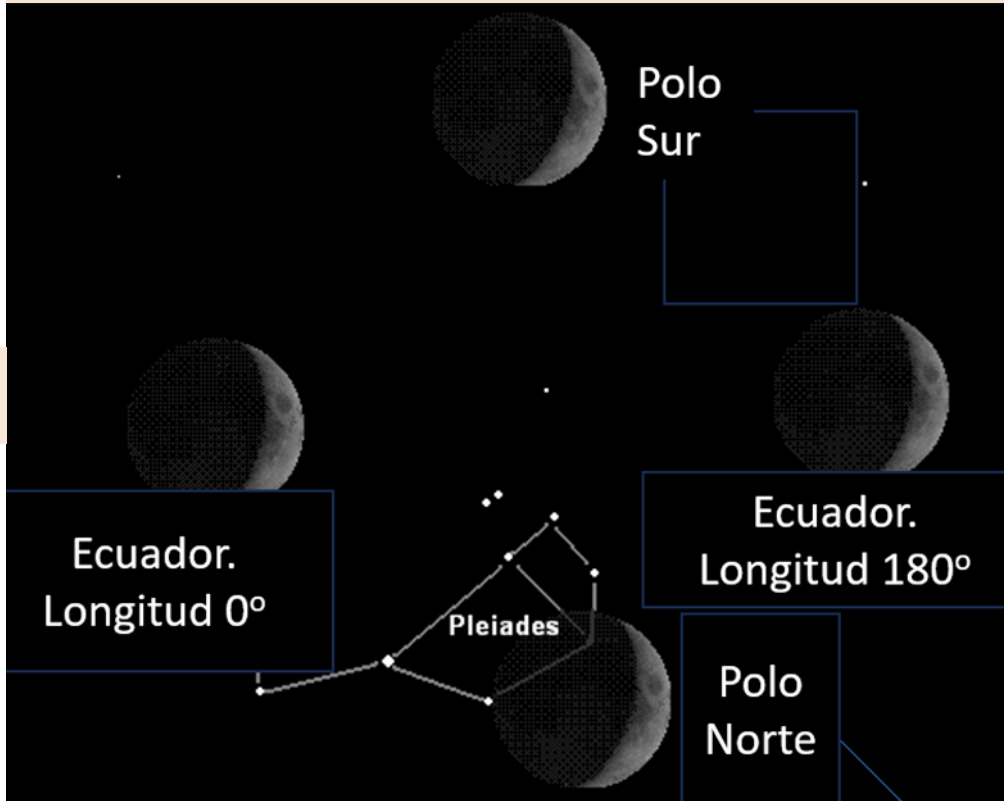


IMAGEN DE LOS RESTOS DE LA SUPERNOVA SN 1752

En ella se distinguen el silicio en rojo, que se aleja del sistema solar y el silicio en azul que se le acerca, los demás colores de la imagen (amarillo, verde, verde azulado, naranja y morado) muestran una amplia gama de energías y elementos diferentes, así como las diversas direcciones en que se produce su movimiento. En esta nueva imagen compuesta, los datos de rayos X de Chandra se han combinado con una imagen óptica de las estrellas en el mismo campo de visión procedente del *Digitized Sky Survey*.

En el capítulo cuarto refirió las dimensiones de la Tierra, usando valores ligeramente diferentes a los ya citados: «Y pues tengo demostrado en otro tratado que cualquier grado de latitud de la tierra vale 18 leguas, y que toda la redondez de la Tierra vale 6480 leguas, y que hay de la cara de la tierra hasta el centro de ella, casi 1032 leguas, porque de la circunferencia del círculo al diámetro, la más allegada a razón , es la proporción de 22 a 7». También fue en este capítulo en donde definió la paralaje como «un arco del cielo estrellado entre el verdadero lugar de un cuerpo y el lugar aparente del. Y más se sigue de lo susodicho, que cuando un cuerpo estuviese más cerca de la tierra, más distará el lugar aparente del verdadero del, y cuanto más lejos estuviese, menos distaría…esta doctrina de las paralajes es tan importante y tan ingeniosa, que por ella se hallaría cuanto dista de la tierra a la Luna, Mercurio y Venus, y se sabrá evidentemente cualquier cosa, que aparece sobre la tierra, cuan lejos está de ella».

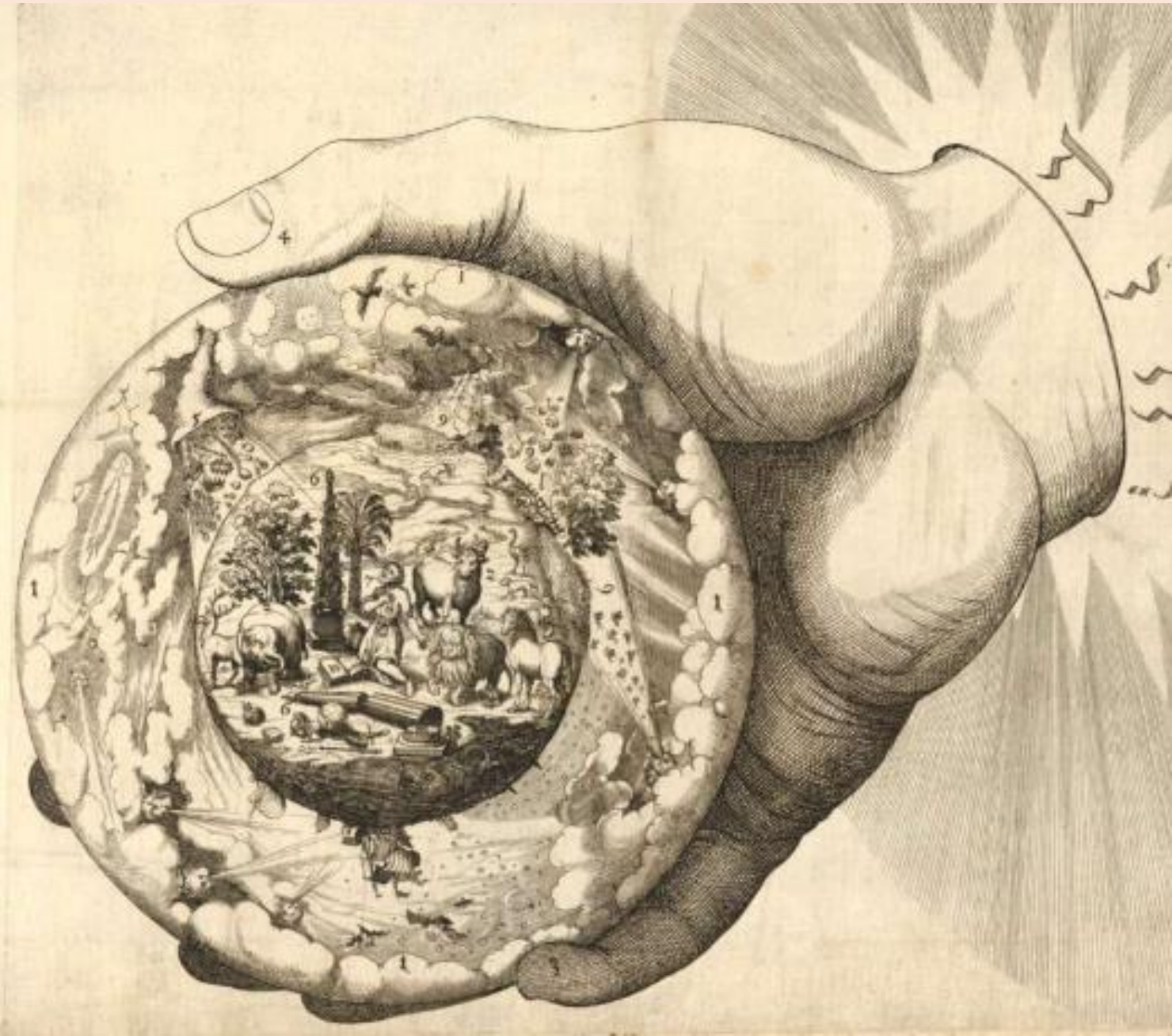




Paralaje lunar a las 10. 42 de TU. Posiciones aparentes de la Luna desde cuatro lugares de la Tierra, cuando estaba cerca de las pléyades. La paralaje diurna de la Luna oscila entre los 61´.4 los 54´.

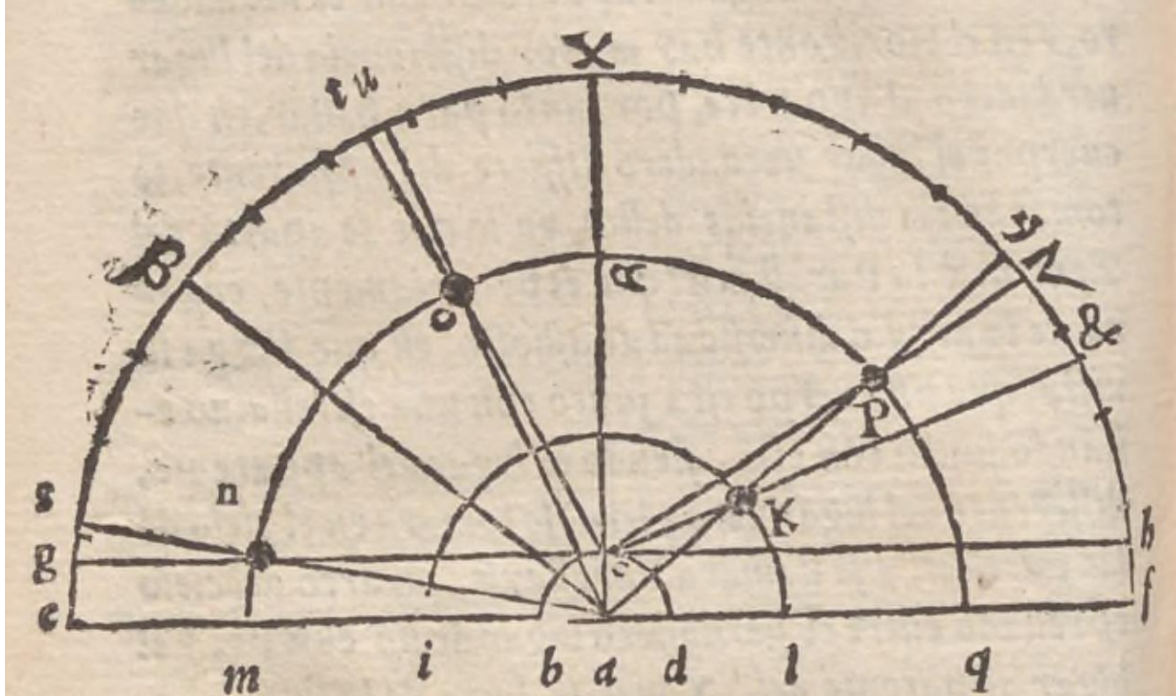
En el siguiente capítulo desgranó los argumentos necesarios para demostrar que el nuevo astro no era una estrella ni un planeta, así como el hecho de que volvió a observarlo el 7 de enero de 1573. El principal referido al primer caso fue el siguiente: «la aparente estrella es de la primera grandeza y aún mayor que el Can mayor (*se estaba*

La acción de Dios en la vida cotidiana. Con su mano derecha sostiene la Tierra con su atmósfera. Dentro del globo hay un hombre arrodillado ante una Biblia abierta, rodeado de animales y plantas. En el cielo hay pájaros, nubes, estrellas y un cometa. Grabado de Johann Hauer (1627)

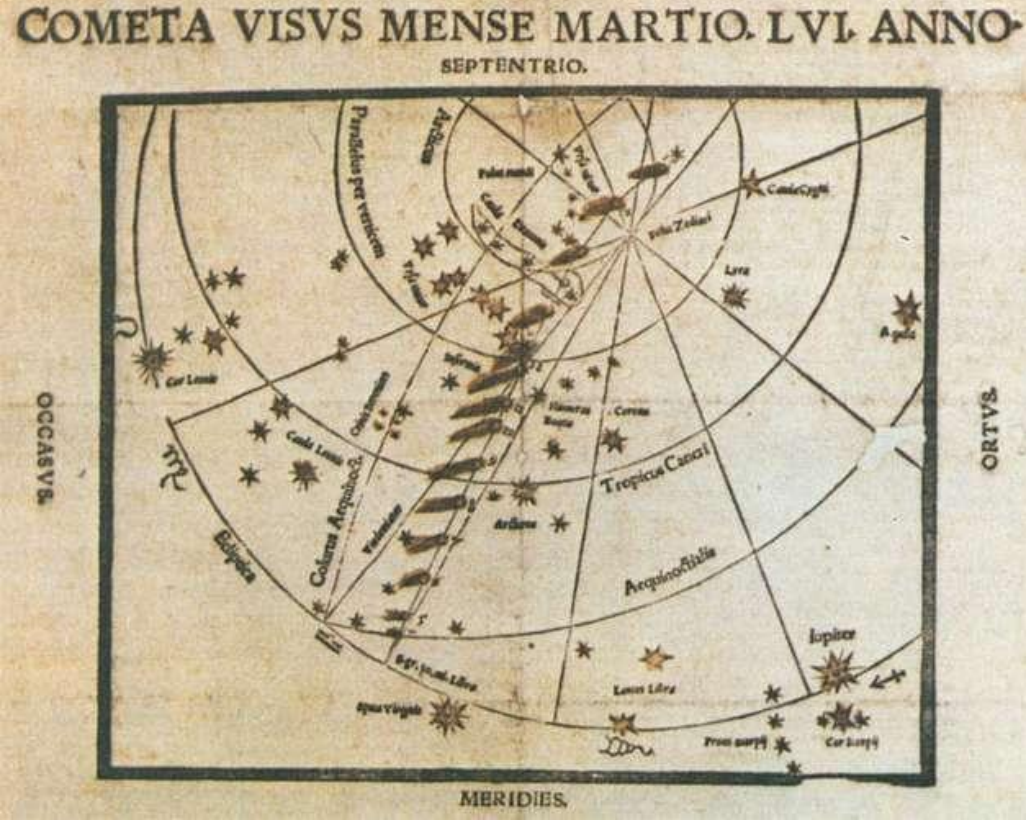


refiriendo a Sirio), que es la mayor estrella de todas las que aparecen en España, y en la parte donde ha parecido, que es entre la constelación de Casiopea, y la de Cepheo, las mayores estrellas que por ahí se hallan, son de tercera grandeza. Por lo cual no es estrella fija de las que había antes en el cielo». El rechazo a que fuera un planeta lo basó en el hecho de que careciese de movimiento y no variara de tamaño, en el caso de que lo fuese: «no diríamos que tiene movimiento de los planetas, que unas veces están muy cerca de la tierra, otras veces están remotísimos, y así unas veces parecen mayores que otras, ni lo uno , ni lo otro se puede decir…Ni es planeta, porque los Planetas, están dentro del zodiaco, y este cuerpo está lejos del 47 gra. 36 min. cuando menos». Finalmente añadió: «Más cierto argumento es para probar que es Cometa, ver que se ha hecho cerca de la vía láctea, que es el lugar ordinario, donde se hacen los cometas y ver que se va resolviendo».

El capítulo duodécimo fue determinante para oponerse a lo predicado por la doctrina aristotélica, pues pudo argüir que al tratarse de un cuerpo sin paralaje no podría ser sublunar, pero si supralunar, como las estrellas; debiendo colegir por tanto su mundo no era inmutable. Tras señalar que las culminaciones del cometa sobre el meridiano presentaban una altura máxima de 67º 30´y otra mínima de 11º 30´, y de hacer intervenir la latitud de Valencia, continuaba Muñoz afirmando «luego si por las dos alturas se halla la verdadera altura del Norte, las dos alturas fueron verdaderas y no aparentes: porque si el tuviera paralaje las dos alturas serían aparentes, y menores que las verdaderas, y no pudieran mostrar la altura del Norte, en la cual no hay paralaje, como puede verse en la figura».



La identificación de todos los puntos relevantes de dicha figura ya fue efectuada en el capítulo cuarto: «A, es el centro de la tierra, bcd, la mitad de a tierra que está encima hacia el Zenith, que es X. El Polo β. El punto c es la cara de la tierra, de donde mira el Mathematico los cuerpos n, o, α, P, K». También explicó entonces cuales serían las posiciones verdaderas y aparentes de los mismos, que en ese mismo orden son: n (s, g), o (u,t), α (X), P (y,z), K(y, &). De acuerdo con ello las paralajes correspondientes serian los arcos definidos por cada apareja de puntos, debiendo observar que su valor decrece a medida que aumenta la altura del cuerpo sobre el horizonte. A la vista de la figura es evidente que se pueda definir la paralaje de cada cuerpo como el ángulo bajo el que se vería desde el mismo el radio terrestre. Ya se indicaron los valores extremos de la paralaje lunar, próxima al grado), debiendo indicar que la del Sol es de tan solo 8”.79; el resto de las estrellas no presentan el fenómeno de la paralaje (sus posiciones reales coincidirían con las aparentes).



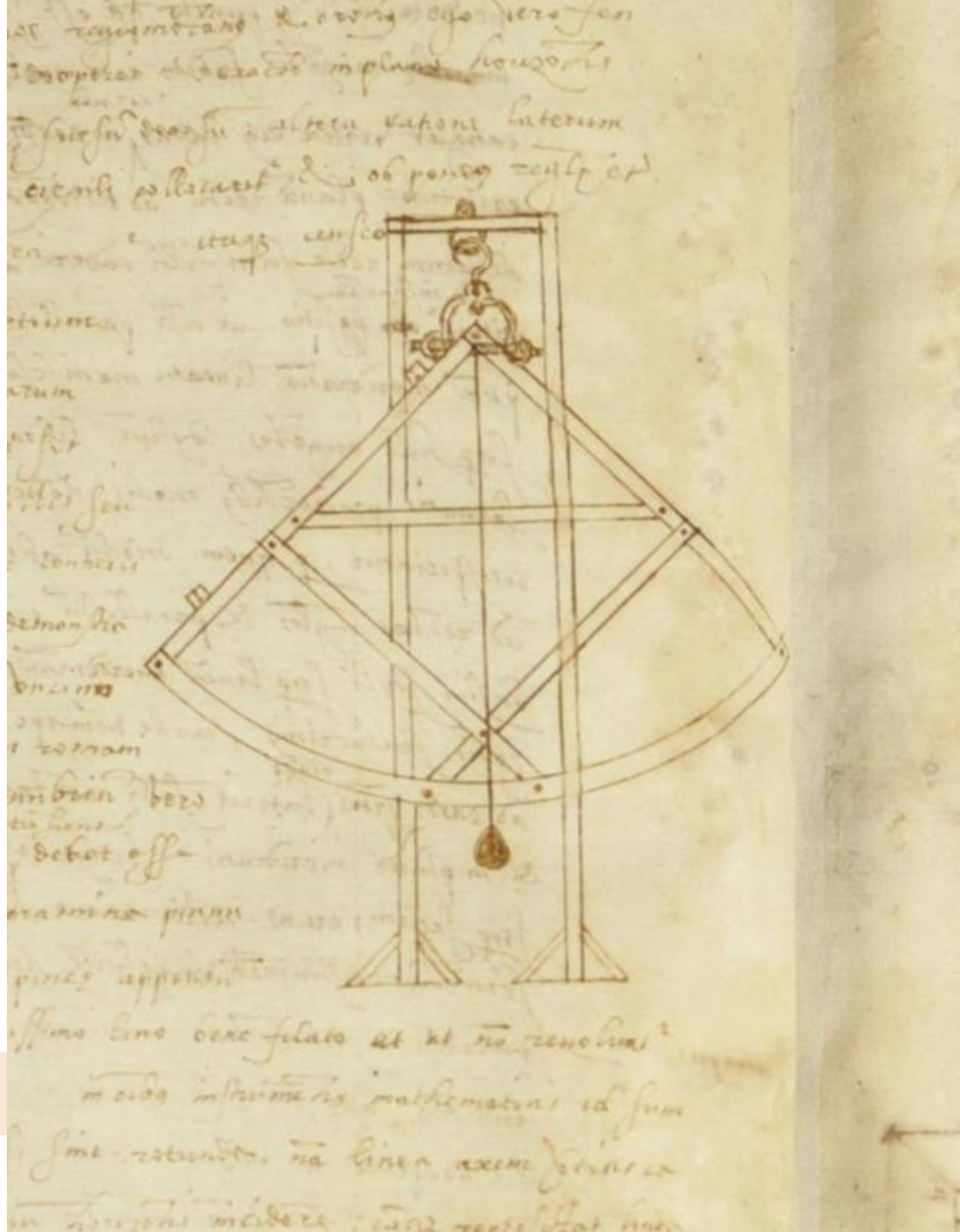
En la última parte del Libro sobre el nuevo cometa, recordó el autor algunas de las calamidades asociadas a la aparición del gran cometa de 1556 (la amplitud angular de la cola varió entre 1º y 3º), que pudo verse a simple vista en toda Europa y en China; el cual apareció en el mes de febrero y desapareció hacia el 10 de mayo. Muñoz comentó que lo vio desde Elche, a principios de febrero (aunque debió ser a finales) y que comenzó a aparecer entre las seis y siete de la tarde, «por la parte de levante era largo, con cola…Por Mayo los vientos de medio día corrompieron las mieses, se siguió grande hambre en la mayor parte de España, salvo en algunas partes de tierra de Campos y Aragón». Otras de las desgracias que citó fueron: la pestilencia que asoló ciudades como Constantinopla, Venecia, Argel, Sevilla y Valencia; La guerra que montó el Papa Paulo IV contra S.M. el Emperador Carlos V, a causa del Reino de Nápoles; la muerte en 1556, después del cometa, de la serenísima reina doña Juana. Asociados al mismo cometa estuvieron los terremotos de Constantinopla y el más catastrófico de Shaanxi, ocurridos en ese mismo año. La trayectoria del cometa fue dibujada por Paul Fabricius, matemático y astrónomo, que lo observó desde Viena: COMETA VISUS MENSE MARTIO LVI ANNO. Aunque su denominación formal sea C/1556 D1, también es conocido como el Cometa de Carlos V.

Grabado del terremoto de Constantinopla, presidido por el Cometa de 1556

El Sistema de Copérnico. Theon of Alexandria, ⟨Commentum in Almagesti⟩ (tr. Jerónimo Muñoz). Biblioteca de Napoles, (BN, VIII. C 33)

J. Muñoz fue un autor prolífico, con sólidos conocimientos astronómicos y cosmológicos, que criticó siempre las hipótesis aristotélicas del cosmos y en menor medida los modelos que propuso Tolomeo a ese respecto, así se desprende de las reflexiones que hizo a propósito del segundo libro de la Historia Natural de Plinio y sobre todo en la traducción del *Comentario sobre la Composición matemática de Tolomeo* (Almagesto), debida a Teón de Alejandría. Ésta última fue su obra más ambiciosa, en palabras de V. Navarrro Brotons: «aporta sus propias tablas, técnicas de cálculo y observaciones muy abundantes, realizadas principalmente, en los años 1568-1569, en Valencia y Salamanca. En cambio, no alcanzó a comprender la relevancia del sistema copernicano, influenciado posiblemente por desmedido interés que prestó a la astronomía judiciaria. De nuevo ha de mencionarse otra de sus obras, *Astrologicarum et Geographicarum Institutionum libri sex*, una especie de Tratado de la Esfera, por conceder en ella un papel central a la Tierra como cuerpo celeste.

Precisamente fue este trabajo al que se refirió cuando fijó las dimensiones de la Tierra en el Libro sobre el nuevo planeta. La obra, también citada, *Matemática, Cosmología y Humanismo en la España del siglo XVI, los comentarios al segundo libro de la Historia Natural de Plinio de Jerónimo Muñoz*, reproduce la interesante recopilación que hizo este en el tratado astrológico y geográfico: «En el tratado de Astr. y Geog. (26v ss.) que ahora comentamos da también las cifras de Aristóteles para quién el ámbito del Mundo abarcaría 400.000 estadios, por lo que un grado abarcaría 34 3/4 leguas; Hiparco 1º = 99.000 pasos; Eratóstenes 87.500 pasos (o 700 estadios; 700 x 360 = 252.000 estadios como longitud del meridiano); Posidonio, 83.500 pasos (o 668 estadios; 240.480 como longitud del meridiano); Ptolomeo 1º = 500 estadios (180.000 estadios de longitud del meridiano). En cuanto al estadio, más adelante (79 v) dice qué comparando los valores dados para los itinerarios de España de Antonino, Plinio y otros autores latinos, una legua equivaldría a 4 millas (4.000 pasos) o 32 estadios».



Cuadrante astronómico en la traducción que hizo J. Muñoz del Comentario de Teón de Alejandría al Almagesto de su maestro (Biblioteca de Napoles, BN, VIII. C 33)

Vicente Mut y Armengol (1614-1687)

Físico e ingeniero mallorquín, que, a juicio del profesor Víctor Navarro Brotons «fue el mejor observador y uno de los astrónomos más destacados del siglo XVII»; no en vano mantuvo correspondencia con protagonistas tan afamados como A. Kircher y G.B. Riccioli. Aunque V. Mut estudiase durante un tiempo con los jesuitas, acabó abandonando la Compañía de Jesús, para dedicarse a la jurisprudencia e ingresar en la milicia; llegando a ser Sargento Mayor. Fue un profesional polifacético, ya que publicó obras de carácter histórico, militar y astronómico. Al primer grupo perteneció su *Historia del Reino de Mallorca* (1650), con una portada que recuerda a las de tipo barroco, empleadas en tantos atlas holandeses de la época, y un frontispicio en el que presentó un magnífico mapa de Mallorca. Mapa que preside el escudo del Reino, orlado todo el con nubes y alegorías, destacando en la parte inferior la firma del autor, como Sargento Mayor. Curiosamente se indican los cultivos principales de la isla: *Frumenti. A Fructi Vini et Olei*, simulando el relieve con múltiples perfiles abatidos, a la vez que se representó con cierto rigor su red hidrográfica, su perímetro y un esquema de la capital, junto al título del mapa: ISLA DE MALLORCA.

TOMO. II.

de

PASCUAL de GAYANGOS

HISTORIA

del Reyno de

MALLORCA

Que escriuio

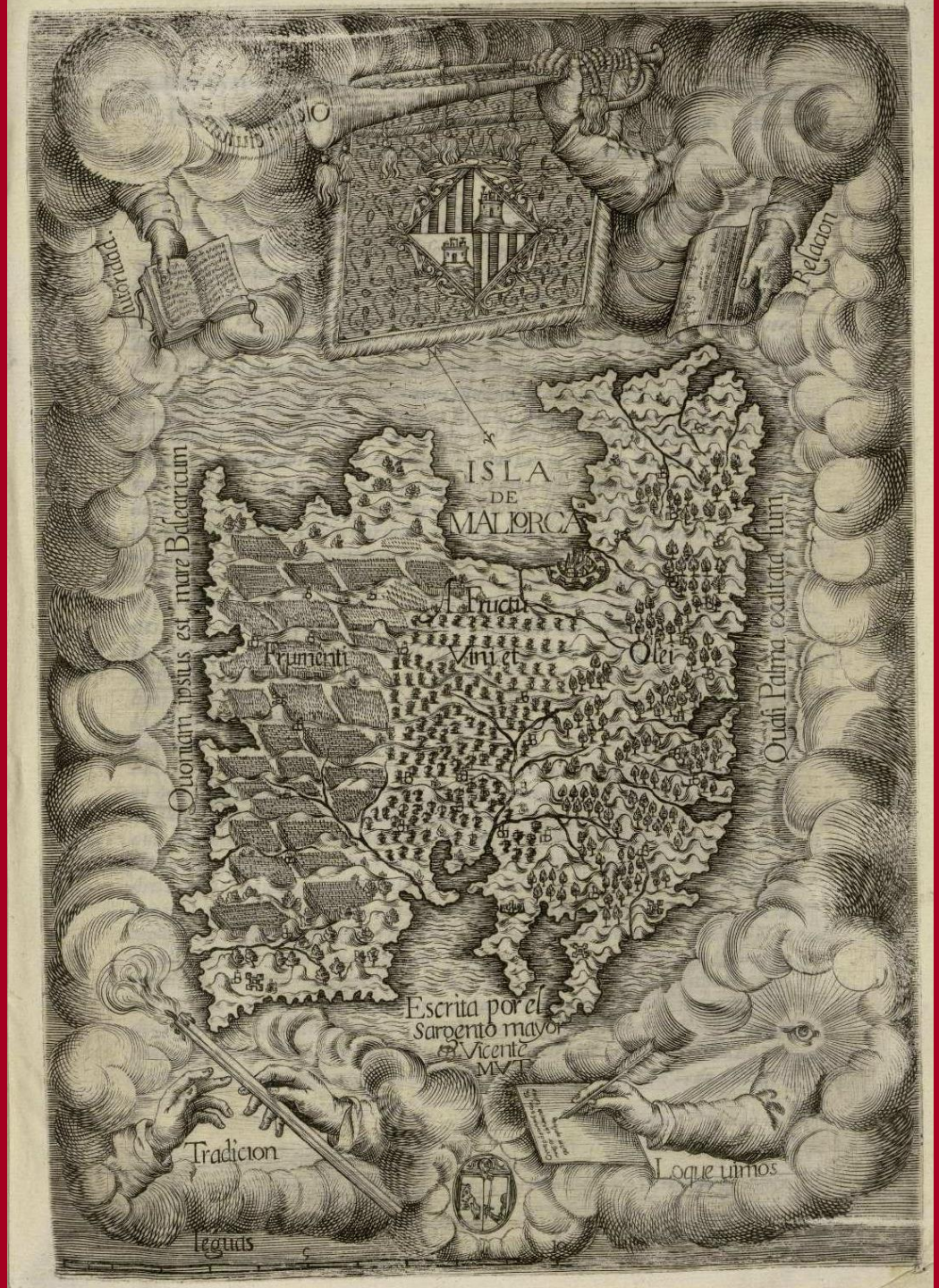
D. VICENTE MUT, su Coronista

Ingeniero, y su Sargento Mayor

por su Magestad

1650.

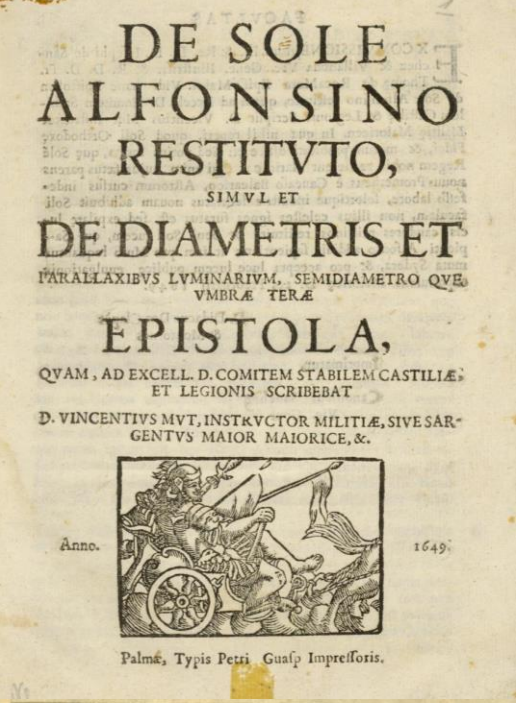
© Biblioteca Nacional de Esp

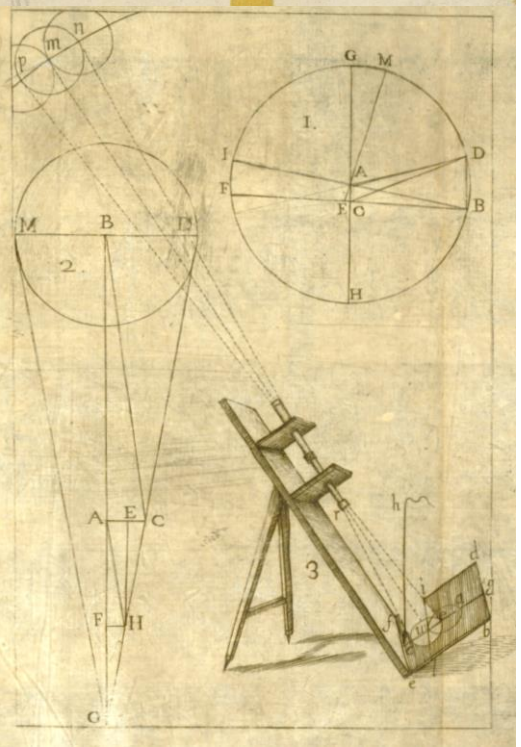


Sur

El contenido de la obra se estructuró en doce libros, tras haber sido presentada con varios sonetos y décimas dedicadas al autor de la misma. Únicamente se destacará en el presente contexto, el libro II, un tributo a Raimundo Lulio, dividido en quince capítulos, apuntando Mut lo siguiente: «Permítaseme alargarme sobre las materias de este insigne varón, porque fue prenda muy señalada de mallorca, aunque los Catalanes pretendían que era natural de Cataluña (gloriosa ambición, que se procuran la virtud y las letras, y los Reinos sobre cual ha de ser patria de tan calificado noble). También será forzoso dilatarme para desengañar a la ignorancia, y a la envidia, que temerariamente han emulado la gloria del venerable Raimundo, imponiéndole falsas acusaciones, y a sus escritos falsas calumnias». También es obligado referirse al capítulo primero del libro VII, dedicado a la Tradición del Reloj Mallorquín, en el que dio una lección de gnomónica histórica, subrayando que « es frecuente en Mallorca la tradición de que el mismo reloj, que hoy toca en la Ciudad, le trujeron los Hebreos de Jerusalén en tiempos de los emperadores Tito y Vespasiano». Digna de mención es también su comentario a propósito de la regulación de los relojes de Mallorca por la altura del Polo, 39º 30´ («hallada por el insigne Geronymo Muñoz»), aunque indicase Mut que debería ser 39º 36´, pues la primera era la latitud de Valencia y «Mallorca nordesteaba un poco»; ese nuevo valor lo obtuvo por medio de las alturas meridianas del Sol.

Reloj cilíndrico construido por el insigne Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Rafael Soler Gayá, en 1985. Se encuentra en el muelle viejo, cerca de la Catedral de Palma de Mallorca. Las líneas horarias tienen forma de analema. Su lectura es doble: tiempo medio y verdadero


DE SOLE
ALFONSINO
RESTITVTO,
SIMVL ET
DE DIAMETRIS ET
PARALLAXIBVS LVMINARIVM, SEMIDIAMETRO QVE VMBRÆ TERÆ
EPISTOLA,
QVAM, AD EXCELL. D. COMITEM STABILEM CASTILIÆ, ET LEGIONIS SCRIBEBAT
D. VINCENTIVS MVT, INSTRVCTOR MILITIÆ, SIVE SARGENTVS MAIOR MAIORICE, &.
Anno. 1649.
Palmæ, Typis Petri Guasp Impressoris.



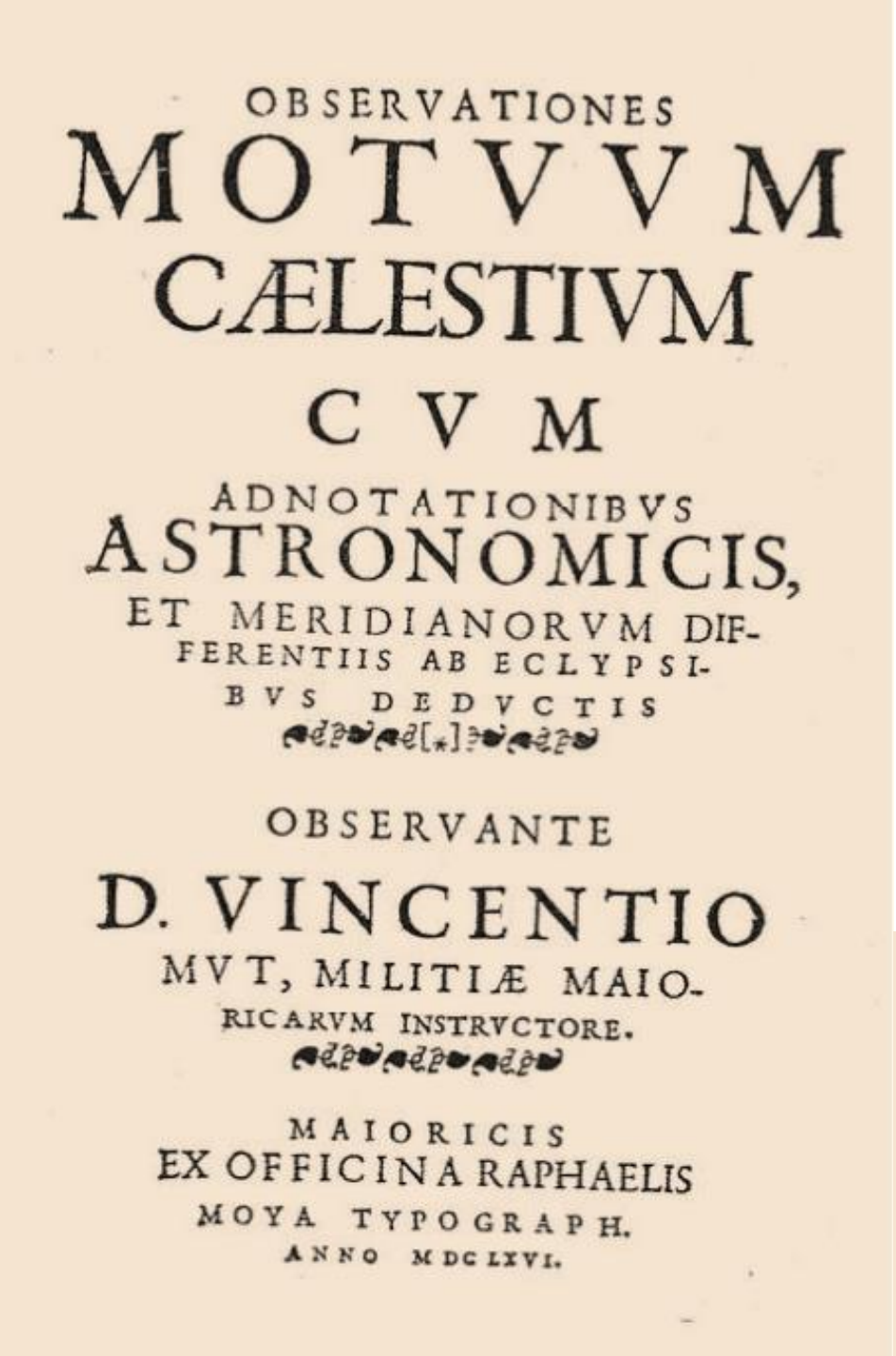
No es seguro, aunque si probable, que el interés de Mut por la astronomía surgiera durante su etapa en el seno de la Compañía de Jesús, lo que si parece cierto es que su primera aportación a esa disciplina fue el soneto que se reprodujo en una obra del portugués Luys Freyre de Sylva (Efemérides Generales de los movimientos de los cielos por 64 años desde 1637 hasta el 1700, según Tycho y Copérnico, que más conforman con la verdad), publicada el año 1638 en Barcelona. No obstante, y de acuerdo con Navarro Brotons, el primer libro, propiamente dicho, que escribió de astronomía fue el titulado *De sole alfonsino restituto, simul et de diametris et parallaxibus luminarium, semidiametro que vmbrae terrae epistola ... / scribebat D. Vincentius Mut* ...Mallorca 1649. En ella reivindicó el autor la vigencia de las Tablas astronómicas del rey sabio, abordando la difícil cuestión de la excentricidad solar propuesta por Kepler en su primera ley; midiendo para ello el diámetro aparente del Sol en los extremos de la línea de los ápsides. Para ello usó V. Mut un ingenioso instrumento basado en el principio de la cámara oscura, proyectándose el disco solar sobre una pantalla normal al eje óptico del telescopio. De ese modo obtuvo los dos valores extremos: 31´ 18” y 32´46”, correspondiendo el menor al apogeo y el mayor al perigeo. El instrumento y la técnica empleada por Mut fue referenciada por G. Riccioli en su *Almagestum Novum* (1651), en estos términos: «Maioricensis, Astronomiae peritissimus observat sedulo Mairoicae, scripsit egregium opusculum de Sole Alphonsino: Huic ego plurium debeo». Riccioli y Mut mantuvieron correspondencia epistolar, reproduciendo el primero de ellos fragmentos de las cartas en algunas de sus obras; la consideración en que tenia el italiano al español quedó de manifiesto en el cráter lunar que le dedicó en el mapa con que iluminó su *Astronomicae Reformatae* (1665).

Mutus, Cráter lunar dedicado a V. Mut por G. Riccioli. *Astronoomicae Reformatae*. 1665

V. Navarro Brotons indicó (*Física y Astronomía Moderna en la obra de Vicente Mut*. Llull. Vol. 12. Diciembre 1979, pp 43-62) que una segunda aportación astronómica del mallorquín fue un opúsculo de veinte páginas dedicado al cometa que apareció en el año 1665 (*Cometarum anni MDCLXV : enarratio physico-mathematica*), aunque la mayoría del texto lo dedicase al que se había divisado en el mes de diciembre del año anterior. El cometa de ese año causó espanto en toda Europa, llegando a atribuirla la terrible peste de Londres. En España las calamidades que se le asociaron fueron igualmente evidentes, destacando la pérdida de Flandes, el dominico Gonzalo de Arriaga escribió: «los efectos de este cometa comenzaron a la entrada de la primavera, y en ella murieron en Burgos más de la mitad de las criaturas de viruelas. Y al fin del verano y principio del otoño muchas personas ancianas, como fue el

inquisidor general Arze, a fin de julio, y Su Majestad Felipe IV a las cuatro de la mañana del 17 de septiembre y el arzobispo de Toledo, Moscoso, a otro día después». En cambio V. Mut refutó las teorías apocalípticas con ellos relacionados, insistiendo en los datos proporcionados por la observación de los mismos; procesando los que le dieron el jesuita José de Zaragoza, que observó el de 1664 en valencia, y el mallorquín Miguel Fuster. Con tales datos formó una tabla en la que se mostró la evolución del cometa durante los meses de diciembre y enero; figurando además las horas en que fue observado, sus coordenadas eclípticas (longitud y latitud), el ángulo entre su plano orbital y el de la eclíptica, así como su distancia a los nodos. En sus reflexiones temió que su trayectoria aparentemente rectilínea le llevase a la Tierra, mientras que Kepler pensó que se precipitaría en el Sol.

Imágenes y descripciones de tres milagros notables ocurridos en el año 1664. En Ámsterdam y alrededores



OBSERVATIONES

MOTVVM

CÆLESTIVM

CVM

ADNOTATIONIBVS

ASTRONOMICIS,

ET MERIDIANORVM DIF-
FERENTIIS AB ECLYPSI-
BVS DEDVCTIS

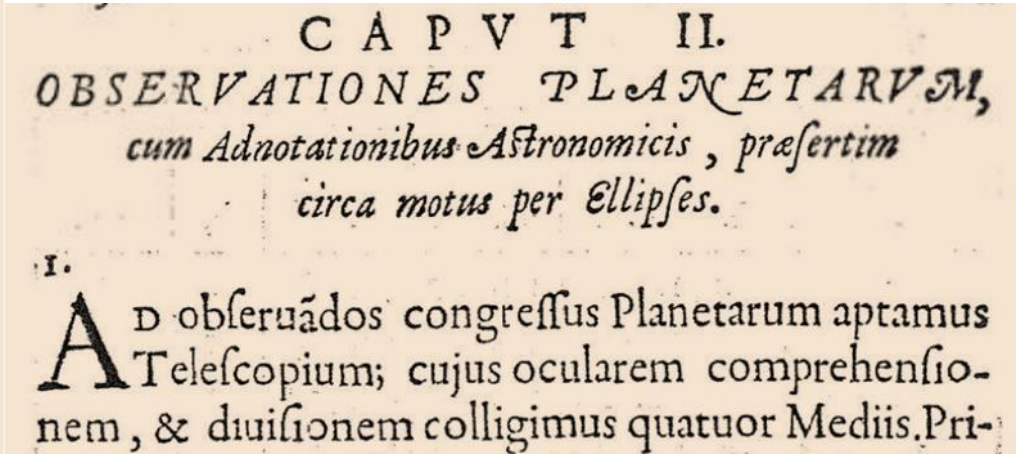
OBSERVANTE

D. VINCENTIO

MVT, MILITIÆ MAIO-
RICARVM INSTRVCTORE.

MAIORICIS
EX OFFICINA RAPHAELIS
MOYA TYPOGRAPH.
ANNO MDCLXVI.

Una tercera publicación de V. Mut, más extensa que la anterior (90 páginas) e igualmente comentada por Navarro Brotons, fue la siguiente: *Observationes motuum caelestium cum adnotationibus astronomicis, et meridianorum differentiis ab eclypsibus deductis* (1666). En ella se abordaron cuestiones astronómicas (movimientos celestes) como geodésicas (determinación de longitudes geográficas mediante eclipses). La obra consta de tres capítulos, dedicando el primero a las observaciones de los eclipses lunares que había venido realizando en los últimos veinte años, con un telescopio de ocho palmos, incluyendo en él una tabla con los valores de los diámetros aparentes de la Luna y el Sol, así como con las paralajes lunares; en cuanto a la paralaje del Sol, dio el valor clásico de 2´30”, que pocos años después (1684) sería corregido por G. Cassini. En el capítulo segundo explicó los procedimientos seguidos para poder medir con el instrumento las distancias angulares, detallando los resultados de sus observaciones; en uno de ellos hizo una interesante aportación micrométrica, al colocar «cerca del foco interior del ocular un anillo atravesado por hilos finísimos, que forman cuadrados iguales muy



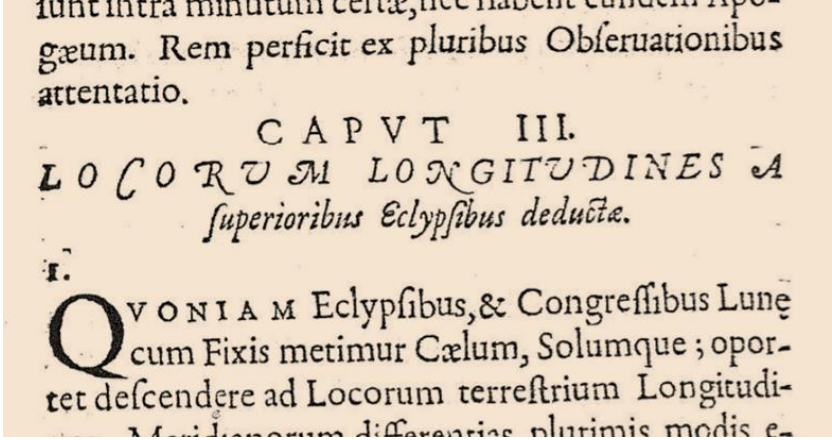
CAPVT II.

OBSERVATIONES PLANETARVM, cum Adnotationibus Astronomicis, præsertim circa motus per Ellipses.

I.

AD obseruãdos congressus Planetarum aptamus Telescopium; cujus ocularem comprehensionem, & diuisionem colligimus quatuor Mediis. Pri-

pequeños, de modo semejante a las retículas utilizadas para reducir figuras». El contenido del capítulo tercero no responde a su título, ya que Mut no aporta realmente nada relevante, manteniéndose anclado al método clásico de los eclipses para obtener la diferencia de longitudes entre dos puntos, el cual ya venía siendo empleando sin éxito desde los tiempos de Hiparco de Nicea; su principio no podía ser más fácil: «En dos puntos dados se observa simultáneamente la misma fase de un eclipse, anotando la hora local de la observación en cada uno de ellos; resultando que la diferencia de longitudes entre ambos coincide con la diferencia de dichas horas; esa medida temporal se transforma en angular partiendo de que 15º equivale a una hora. La dificultad insuperable que se presentaba radicaba en la imposibilidad de elegir el instante preciso en que debería hacerse la observación. Tampoco hace Mut comentario alguno acerca de los premios ofrecidos para solucionar el problema, ni sobre la propuesta de Galileo para solucionarlo por medio de la ocultación o emersión de las estrellas mediceas (los satélites de Júpiter). No obstante, Como aportaciones interesantes han de recogerse su mención al meridiano origen de longitudes sito en las Islas de cabo Verde; su doble tabla con las coordenadas de diferentes lugares; las equivalencias entre las unidades antropométricas hispánicas y europeas, ligadas el desarrollo del grado terrestre, y su propuesta de reducir a 44º 15’ la extensión longitudinal del Mediterráneo.

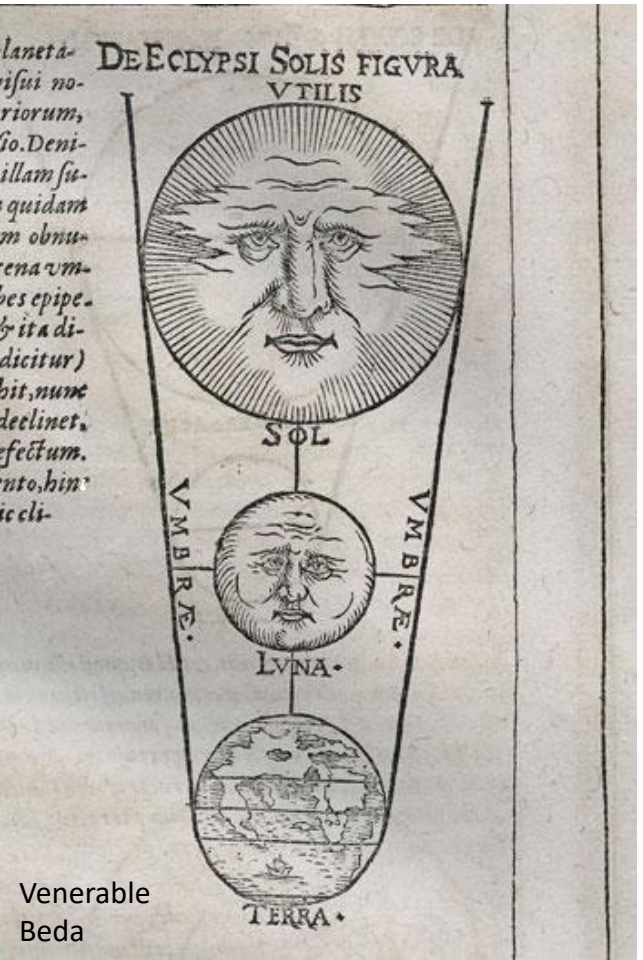

gæum. Rem perficit ex pluribus Obſeruationibus attentatio.

CAPVT III.

LOCORVM LONGITVDINES A ſuperioribus Eclypſibus deductæ.

I.

QVONIAM Eclypſibus,& Congreſſibus Lunę cum Fixis metimur Cælum, Solumque ; oportet deſcendere ad Locorum terreſtrium Longitudi-



Venerable Beda

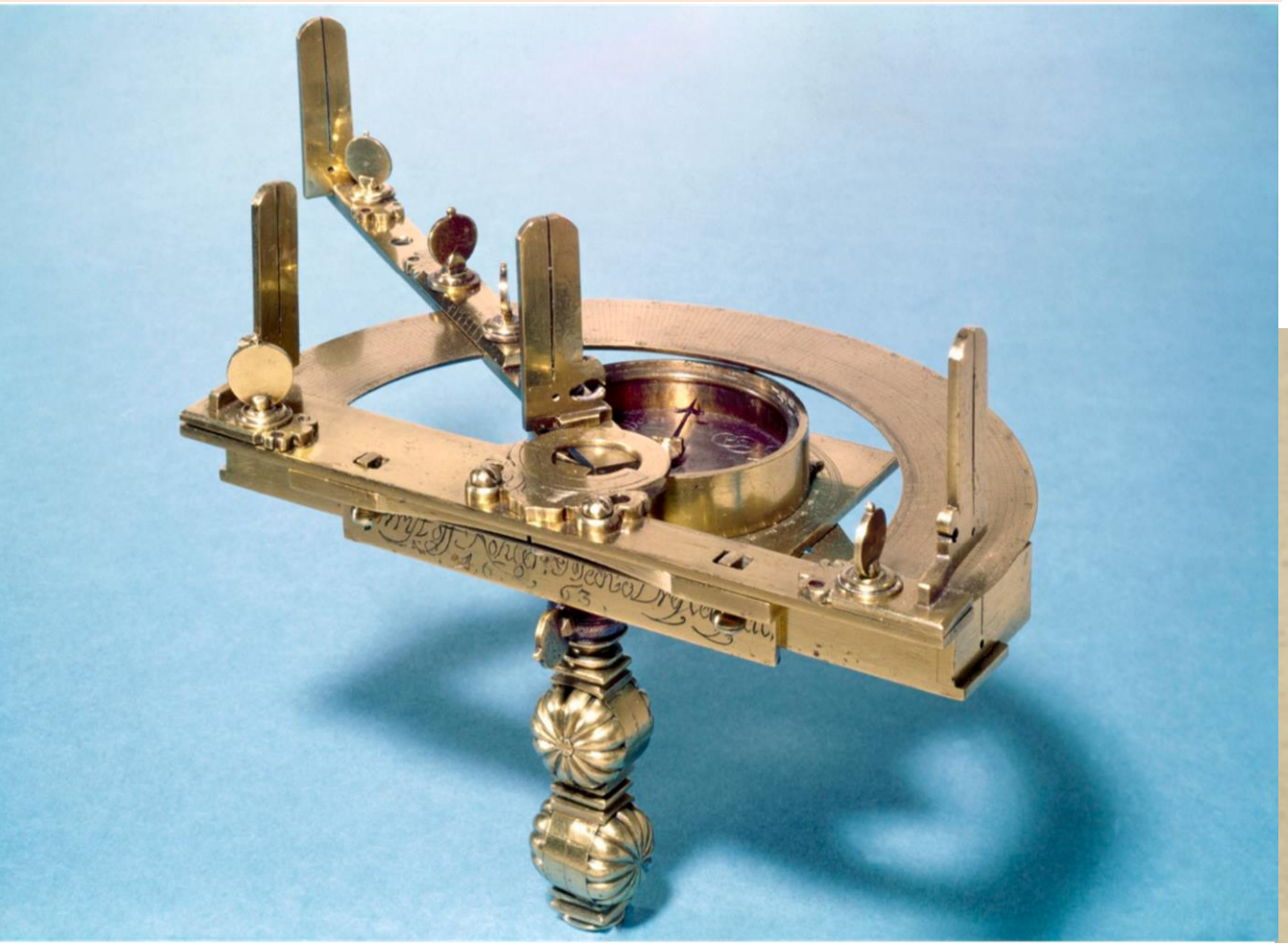
Indiquemos por último que Vicente Mut y Armengol es también un referente para la cartografía mallorquina, ya que el mapa que presentó en su *Historia del Reino de*

Miembros de la expedición FRAM, comandada por Fridtjof Nansen, observando un de Sol desde el Polo Norte (6 de abril de 1894).

Mallorca sirvió de modelo para los que fueron apareciendo con posterioridad. Igualmente es destacable su faceta de topógrafo sobresaliente, así lo prueba su *Plano de Alcudia* de 1660 y sobre todo el programa de su obra *Arquitectura Militar. Primera parte de sus fortificaciones regulares e irregulares* (1664); en cuyo capítulo XXXIII explicó el modo de levantar el plano de algún lugar para fortificarle. El comienzo del mismo merece ser reproducido: «Aunque el ingeniero que fuese buen Geómetra, sabrá hacer una Fortificación irregular, caminando por los ángulos y lados del recinto, siempre saldrá más precisa teniendo el plano Iconográfico del Lugar. Dejo los muchos modos que se hallan en los Tratados de la Planimetría: el más conveniente para nuestro intento, es observar por ángulos, y tener medido algún lado de la figura». En su afán por obtener una representación geométricamente fiable, hizo una recomendación que evidencia su sabiduría e ingenio: «lo que importa para observar los ángulos, es no enamorarse del Planisferio de latón, Compás óptico, Brújula, Paralelogramo gráfico, ni de cualquiera otro instrumento que sea pequeño, en que he visto engañarse muchos, con descrédito del Arte. Mientras el Instrumento no tuviere de Radio cerca de 3 palmos, todo saldrá muy incierto. La experiencia me ha

Grafómetro del siglo XVII

Grafómetro y clinómetro de Christoff Kohler. Dresden. 1663



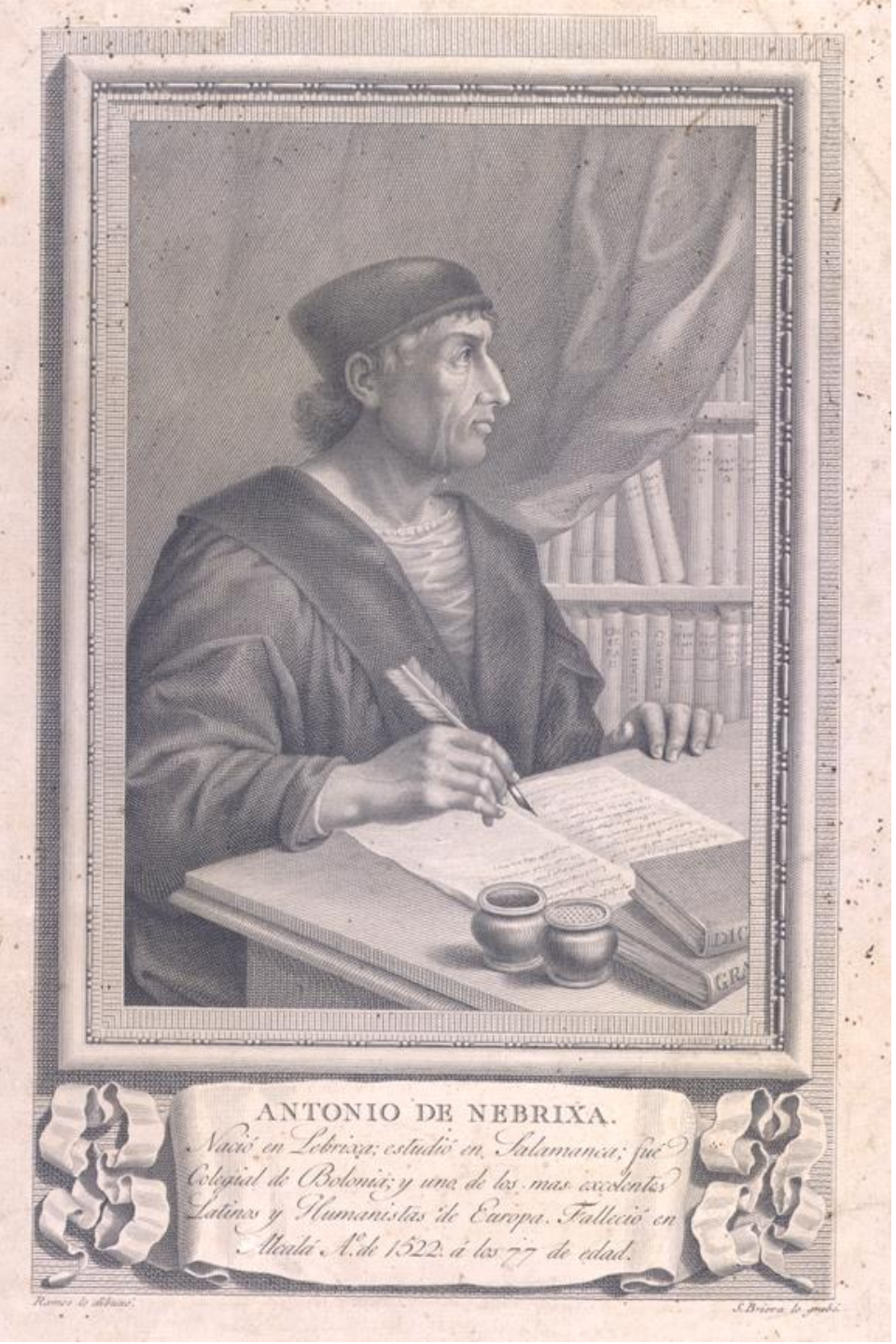
enseñado que el observar con pínulas, o cilindros sobre la Dioptra, no es tan seguro como se desea, y así en lugar de las dos pínulas, pongo dos hilos, que estén perpendiculares a la Regla o Dioptra, y por ellos observo mejor, porque la vista por los hilos alcanza el punto que quiere con grandísima distinción»

vezes intentada aquella Plaça por las Armas de Suecia tan poderosas, y entonces tan bien quistas de la Fortuna, nunca pudieron forçar aquellas Tenazas de las Medias Lunas que cubrian los Baluartes.

CAPITVLO XXXIII.

SACAR EL PLANO DE ALGVN LVGAR para fortificarle.

AVNQVE el Ingeniero que fuere buen Geometra, sabrà hazer una Fortificacion irregular, caminando por los Angulos, y Lados del Recincto; siempre saldrà mas precisa teniendo el plano



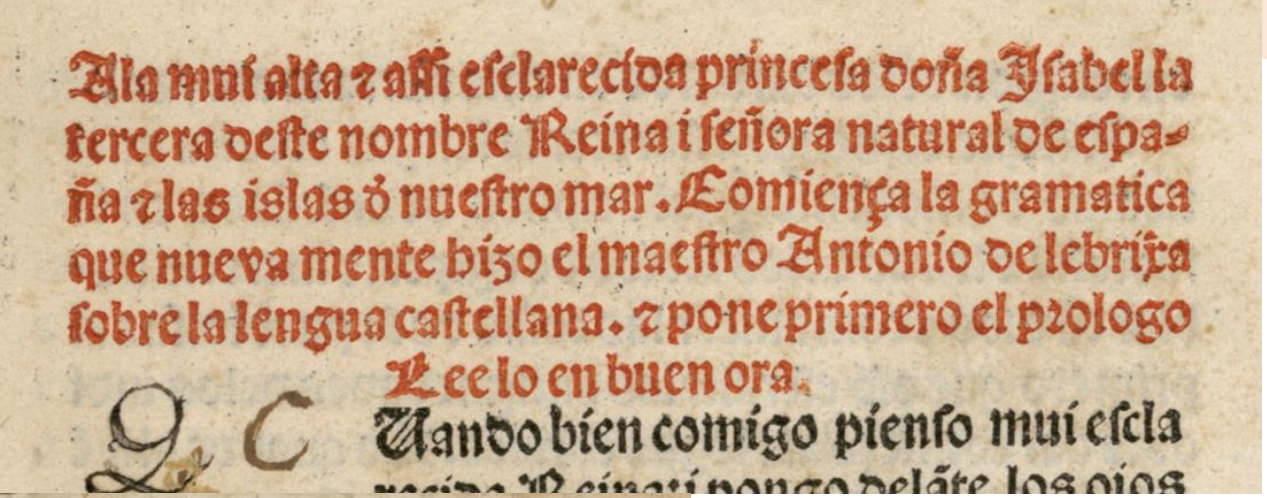
Elio Antonio de Nebrija (1444-1522)

El humanista por excelencia de la España renacentista. De acuerdo con Marcelino Menéndez Pelayo fue el extirpador de la barbarie, indicando en el capítulo 6º de su *Antología*, que se trataba de «la más brillante personificación literaria de la España de los Reyes Católicos, puesto que nadie influyó como él en la cultura general, no sólo por su vasta ciencia, robusto entendimiento y poderosa virtud asimiladora, sino por su ardor propagandístico, a cuyo servicio puso las indomables energías de su carácter arrojado, independiente y caustico. El sabio sevillano fue por tanto una figura clave en el desarrollo humanístico español y principal impulsor del Renacimiento en nuestro país». Aunque considerase el latín modelo e instrumento primordial de acceso al conocimiento, él fue el autor de la primera gramática, en lengua vulgar, que se escribió en España (1492). Su dominio del latín ya había quedado plasmado en la obra *Introductiones latinae* (1481), la cual estuvo presente en la actividad docente hasta el siglo XIX. Su figura es se sobra conocida en el ámbito de las humanidades, si bien lo son menos sus aportaciones en el vasto campo de las ciencias y de manera especial en la astronomía, geodesia y metrología; el objeto principal de esta reseña. Antonio Martínez de Cala y Martínez de Xarana, nació en el pueblo sevillano de Lebrija, siendo allí donde pasó los primeros años de su vida estudiando

gramática y lógica. A los catorce años se fue a Salamanca para cursar, durante cinco años, estudios de matemáticas, filosofía natural y moral. En 1463 años se trasladó al Colegio San Clemente de Bolonia (hoy Real Colegio de España), disfrutando una de las tres becas asignadas por el arzobispado de Sevilla. Durante los diez años que permaneció en Italia no solo estudió Teología, Derecho y Medicina, sino que logró aprender, además del latín, griego y hebreo; de esa forma se convirtió en un profundo conocedor del saber clásico.

Cuando regresó a España, estuvo al servicio del arzobispo de Sevilla, Alonso de Fonseca, actuando como tutor de su sobrino Juan Rodríguez de Fonseca, luego obispo de Badajoz. Tras fallecer el primero, se instaló en Salamanca durante el curso 1473-1474, firmando el 4 de julio de 1475 un contrato con su universidad; comprometiéndose a dar lecciones de elocuencia y poesía durante cinco años, a razón de dos lecciones diarias. Vacante la cátedra de gramática, en ese mismo año, oposita a ella y gana la plaza en Enero de 1476. Allí transcurren los años siguientes, debiendo destacar el año 1486 por la estancia de la reina Isabel en Salamanca. A instancias de Fray Hernando de Talavera, más tarde arzobispo de Granada, le presentó a la reina los primeros borradores de su *Arte de la Lengua Castellana*; la presentación debió resultar agradable al comentar Nebrija que la reina era la más

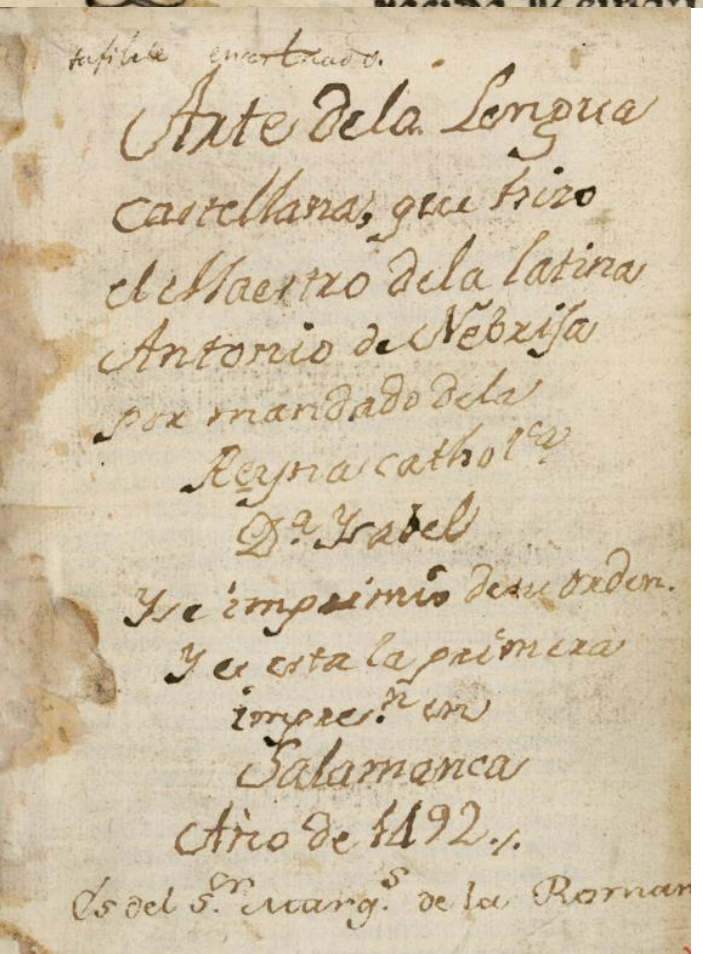
REAL COLEGIO DE ESPAÑA, construido entre 1365 y 1367


Ala mui alta ꝛ assi esclarecida princesa doña Isabel la tercera deste nombre Reina i señora natural de españa ꝛ las islas d̃ nuestro mar. Comiença la gramatica que nueva mente hizo el maestro Antonio de lebrixa sobre la lengua castellana. ꝛ pone primero el prologo Lee lo en buen ora.

Q C Uando bien comigo pienso mui escla

Dedicatoria de la Gramática de Nebrija a la Reina Isabel la Católica, publicada en el año 1492.

esclarecida de todas las hembras y ella que él era uno de los más preciados ornamentos de su corona. La familia de Nebrija tuvo relación con Granada, pues su hijo Sancho, también colegial de Bolonia, llegó a ser alcalde de su Chancillería y buen divulgador de la obra de su padre, al igual que hacía su hermano Antonio al frente de una imprenta en Antequera. Nebrija tuvo además un hijo ilegítimo, también llamado Antonio, que falleció siendo capitán en la guerra de Granada.

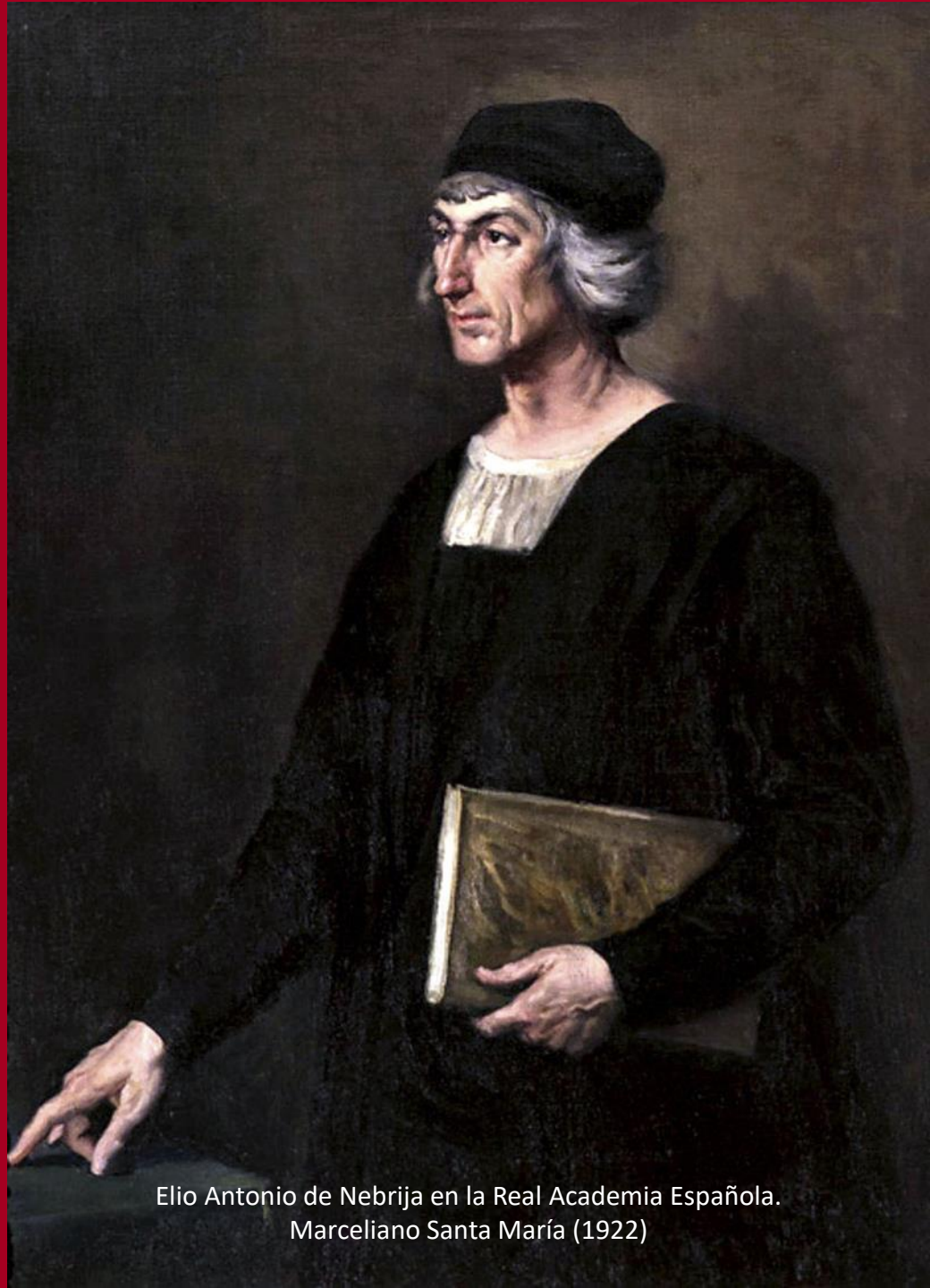

Arte dela Lengua castellana, que hizo el Maestro dela latina Antonio de Nebrija por mandado dela Reyna catholica Dª Ysabel Y se imprimio de su orden. Y es esta la primera impresion en Salamanca Año de 1492.

Es del Sr. Marqs. de la Roman

Durante su primera etapa salmantina tuvo problemas con la Inquisición (según Picatoste pretendió reformar los «métodos bárbaros y viciosos» que allí se empleaban). Ante ella fue acusado de sacrílego y farsante por «envidiosos teologastros de la sabiduría de Nebrija y, por ende, de las preferencias que le dispensaba el Cardenal Cisneros» (Mendez Bejarano. Pg. 34. Diccionario. 1923). Precisamente la Apología que entregó Nebrija al Cardenal primado le sirvió para ser declarado inocente, a pesar de haber tachado al inquisidor de ignorante y mal juez. Nebrija abandona la docencia en Salamanca y entra al servicio de su antiguo alumno Juan de Zúñiga, entonces Maestre de Alcántara y luego Cardenal Arzobispo de Sevilla. Su tiempo libre lo dedicó a escribir sus vocabularios (latín-español y español-latín), a componer sus Introducciones Latinas y a finalizar su famosa Gramática. A

Nebrija en la Biblioteca del Escorial

Biblioteca Nacional

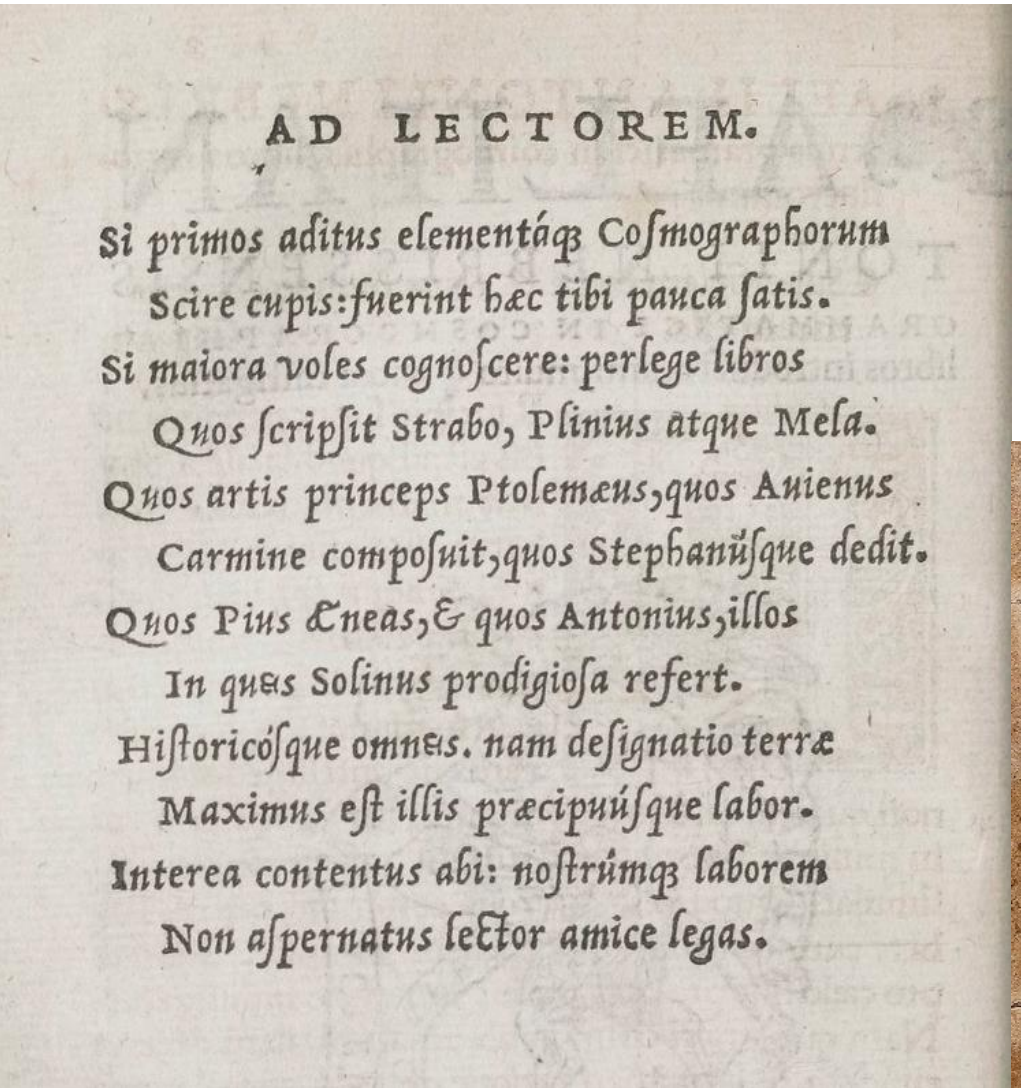


Elio Antonio de Nebrija en la Real Academia Española.
Marceliano Santa María (1922)

comienzos del año 1503 oposita nuevamente a una Cátedra de Gramática en la Universidad de Salamanca, pero finalmente renuncia al nombramiento; influenciado quizás por la inminente designación de Zúñiga como arzobispo y cardenal de Sevilla. Muerto su preceptor en 1504, accede otra vez a la cátedra en Mayo de 1505, leyendo en 1506 su tercera repetición.

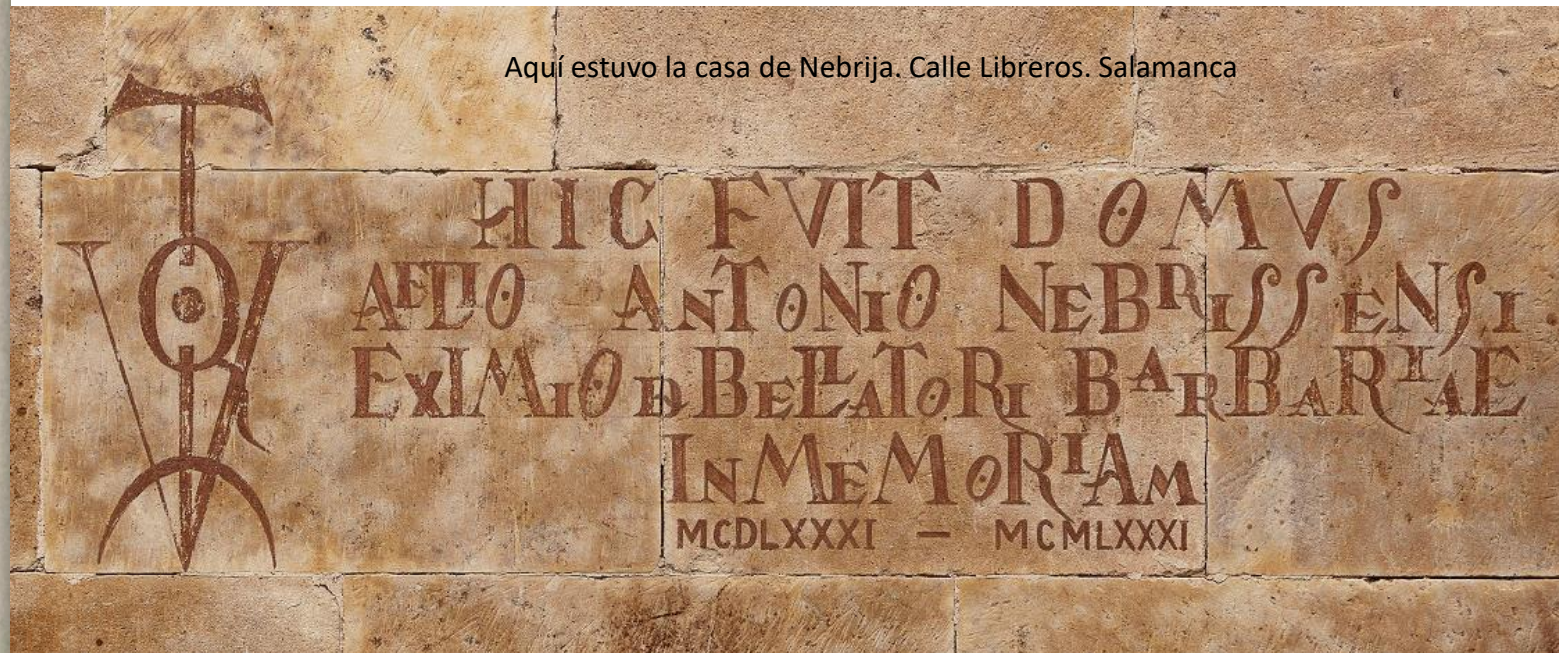
De entre todas las publicaciones científicas de Nebrija, debe reseñarse en primer lugar, por ser la de mayor importancia, su *Isagogicum Cosmographiae,* un breve tratado que pretendía iniciar al estudiante en el cultivo de la disciplina. En los años siguientes se debió revidar y ampliar en varias ocasiones, aunque manteniendo la estructura original, del año 1533 data una edición publicada en parís (1533), con el título *Aeliian Tonii Nebrissensis Grammatici in Cosmographiae libros introuctorium, multo quam antea castigatus.* Aunque su brevedad fuese manifiesta (32 páginas), fue de singular trascendencia en su tiempo. El carácter introductorio se acredita con los versos que incluyó a modo de prólogo, indicando al lector que en el texto encontraría las nociones suficientes para tener una idea aproximada de la materia, recomendándole la consulta de las obras escritas por Estrabón, Plinio y Mela, si deseaban ampliar sus conocimientos. Aunque luego se refiriese también a otros autores, destacando a Tolomeo, al que llamó maestro del arte. Los versos últimos recordaban el protagonismo que tenía en la obra la descripción de la Tierra. La obra se compuso de los diez capítulos siguientes:

I) La Superficie de la Tierra y de las aguas es concéntrica con el mundo, II) Sobre los círculos de la esfera necesarios para esta cuestión, III) De la posición de los vientos, IV) Cuanto y a qué parte del Cielo corresponde la Tierra, V) De las proporciones de los paralelos entre sí, VI) De las medidas que usan los cosmógrafos, VII) Representación de la Tierra en el plano según Ptolomeo, VIII) De cómo se ha de describir en la esfera nuestra situación. IX) De la diversidad de horas según la declinación del equinoccial, X) De los vocablos que usan los cosmógrafos. El contenido de los capítulos es clarificador, tratándose en ellos cuestiones propias de la Astronomía, Geofísica (Meteorología), Geodesia, Metrología y Cartografía; curiosamente el último capítulo es realmente un glosario de 80 términos, similar a los que aparecen con tanta frecuencia en las publicaciones actuales. No existe unanimidad a la hora de fijar las reediciones de esta obra de Nebrija, aunque si existe coincidencia al considerarla fundamental para la divulgación de los conocimientos



AD LECTOREM.

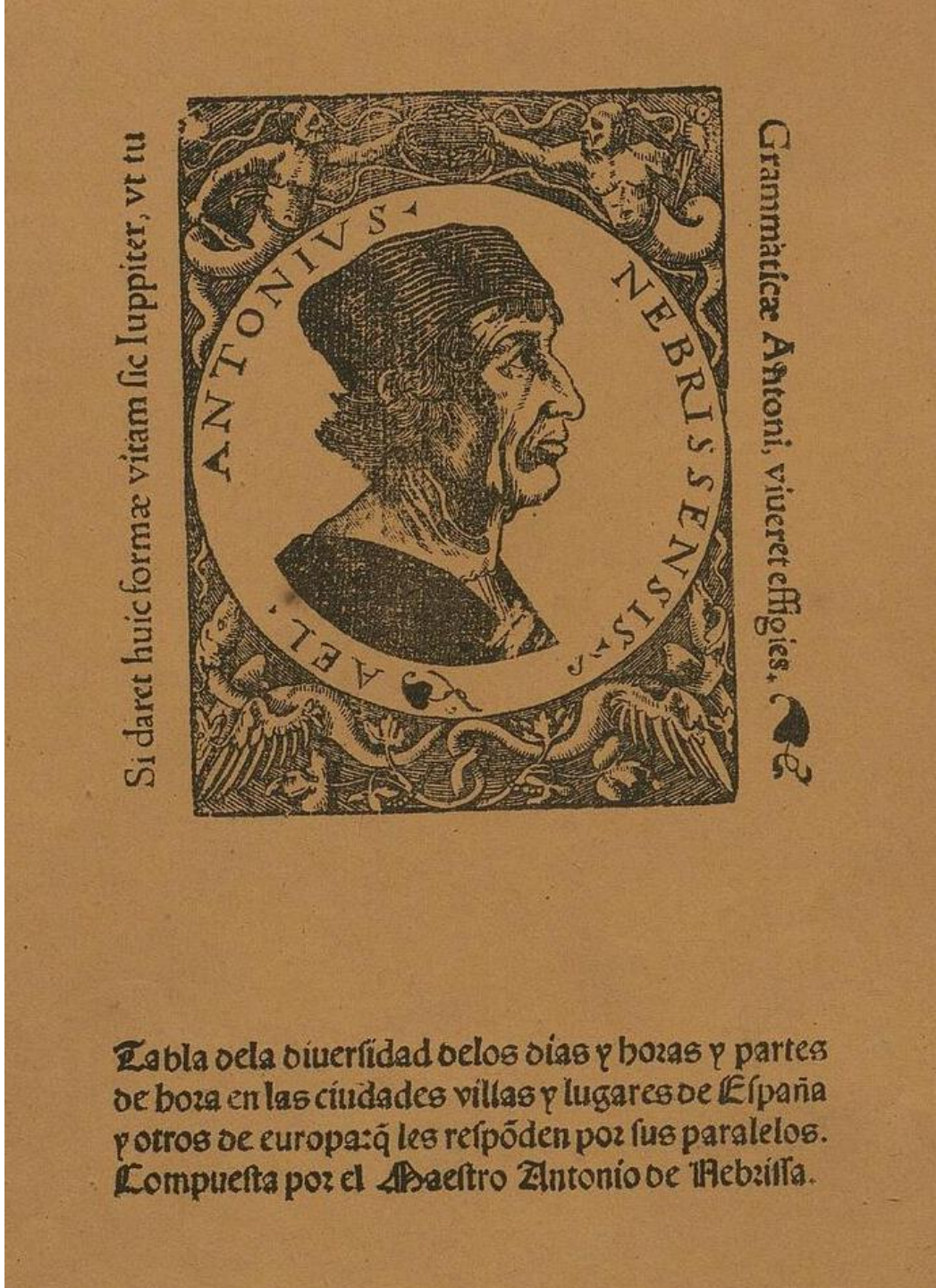
Si primos aditus elementáqz Cosmographorum
Scire cupis: fuerint hæc tibi pauca satis.
Si maiora voles cognoscere: perlege libros
Quos scripsit Strabo, Plinius atque Mela.
Quos artis princeps Ptolemæus, quos Auienus
Carmine composuit, quos Stephanüsque dedit.
Quos Pius Æneas, & quos Antonius, illos
In quos Solinus prodigiosa refert.
Historicósque omnes. nam designatio terræ
Maximus est illis præcipuúsque labor.
Interea contentus abi: nostrúmqz laborem
Non aspernatus lector amice legas.



Aquí estuvo la casa de Nebrija. Calle Libreros. Salamanca

cosmográficos (o de la esfera, como también se decía) y al identificarla como el primer texto compuesto por "cristianos españoles" (por usar las mismas palabras que empleó en su día (1946) Armando Cotarelo Valledor. Juan Bautista Muñoz dijo de él «que no halló por entonces composición alguna de ese género desempeñada con igual acierto y primor» (Elogio de Nebrija. Academia de la Historia. T. III. 1799). Su Cosmografía resultó ser, la primera obra de carácter geográfico que recoge el cambio de la imagen del mundo, al señalar la existencia de nuevas tierras y nuevos mares.

Otra obra astronómica de Nebrija, que puede considerarse complemento del capítulo noveno de su Cosmografía, es el opúsculo escrito en castellano titulado *Tabla de la diversidad de los días y horas y partes de hora en las Ciudades, Villas y lugares de España y otros de Europa que les responden por sus paralelos compuesta por el maestro Antonio de Nebrija*. En él se explica cómo la duración de los días y de las noches varía con la latitud y con la declinación del Sol, es decir con el lugar y a lo largo del año; en este caso añade también un glosario al final. Con objeto de que el lector pudiera calcular la citada duración en cualquier población, adjuntaba una tabla con las coordenadas geográficas de 115



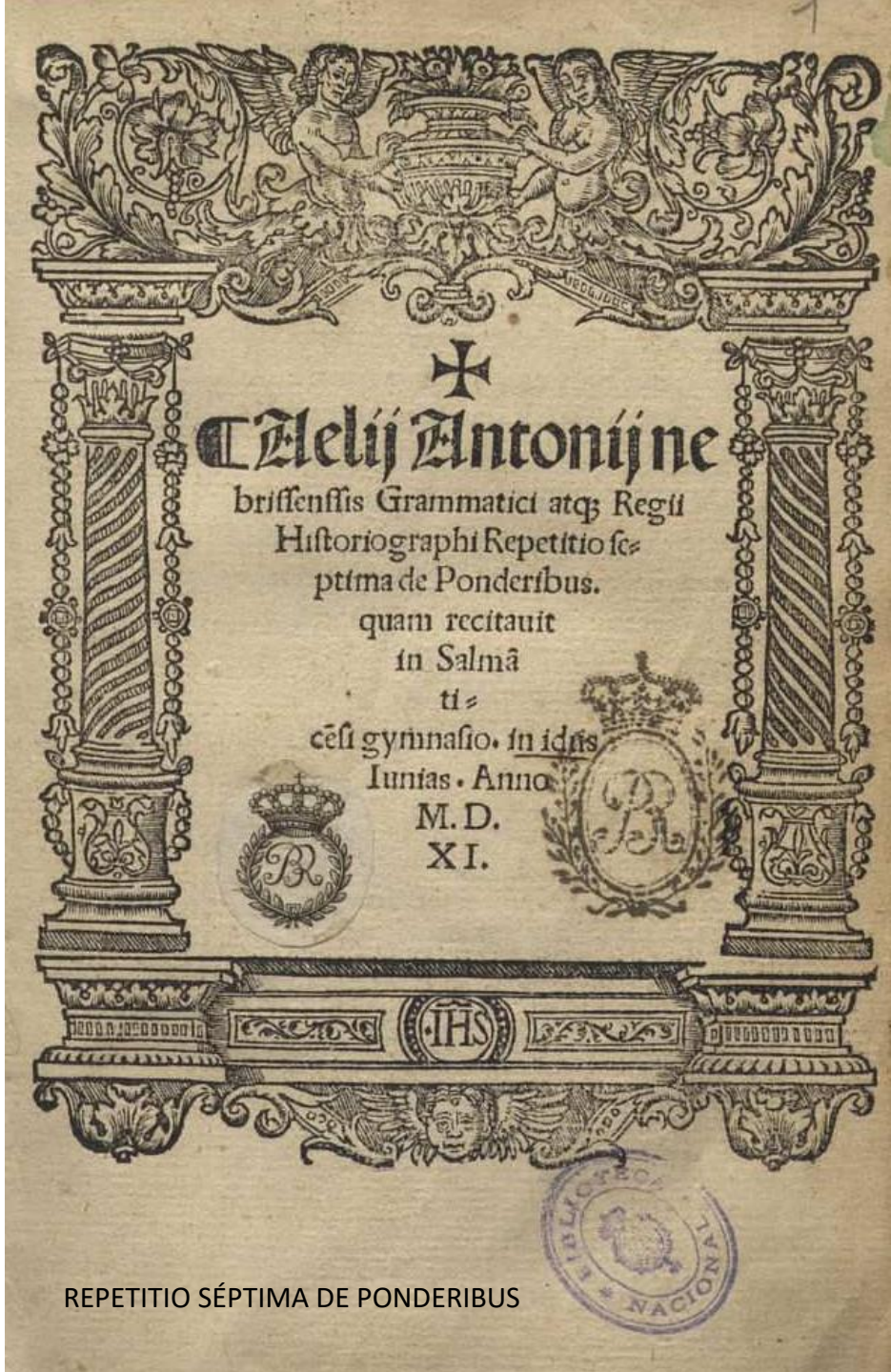
españolas y 40 del resto de Europa, comprendidas todas ellas entre los paralelos 36 y 45. Las latitudes y longitudes las tomó del, entonces popular, *Almanaque perpetuo de Abraham Zacuto.* No es conocida con exactitud la fecha de su aparición, aunque los años 1499 y 1517 son los generalmente señalados; hacia el año 1878 apareció una edición facsímil en Madrid, realizada por José Sancho Rayón.

La figura de Nebrija sobresale igualmente en la Metrología, a él se deben las primeras lecciones que se impartieron en España, y quizás en toda Europa, sobre tan interesante área de conocimiento. Las mismas aparecen didácticamente recogidas en sus conocidas Repeticiones, explicadas en la Universidad de Salamanca e impresas por él mismo. Las Repeticiones o Relecciones eran conferencias públicas que se daban cada año y versaban sobre algún tema ya explicado en el curso anterior. Las metrológicas son concretamente la sexta, séptima y octava, todas ellas escritas en latín con los títulos siguientes: VI. *De Mensuris* (leída el 11 de Junio de 1510), VII. *De Ponderibus* (leída el 15 de Junio de 1511) y VIII. *De Numeris* (leída el 11 de Junio de 1512). En la primera de ellas defiende la necesidad de fijar un patrón anatómico de longitud, su propio pie, al que pudieran referirse sin ambigüedad las múltiples medidas de longitud empleadas en su tiempo, manifestando que había mandado construir un

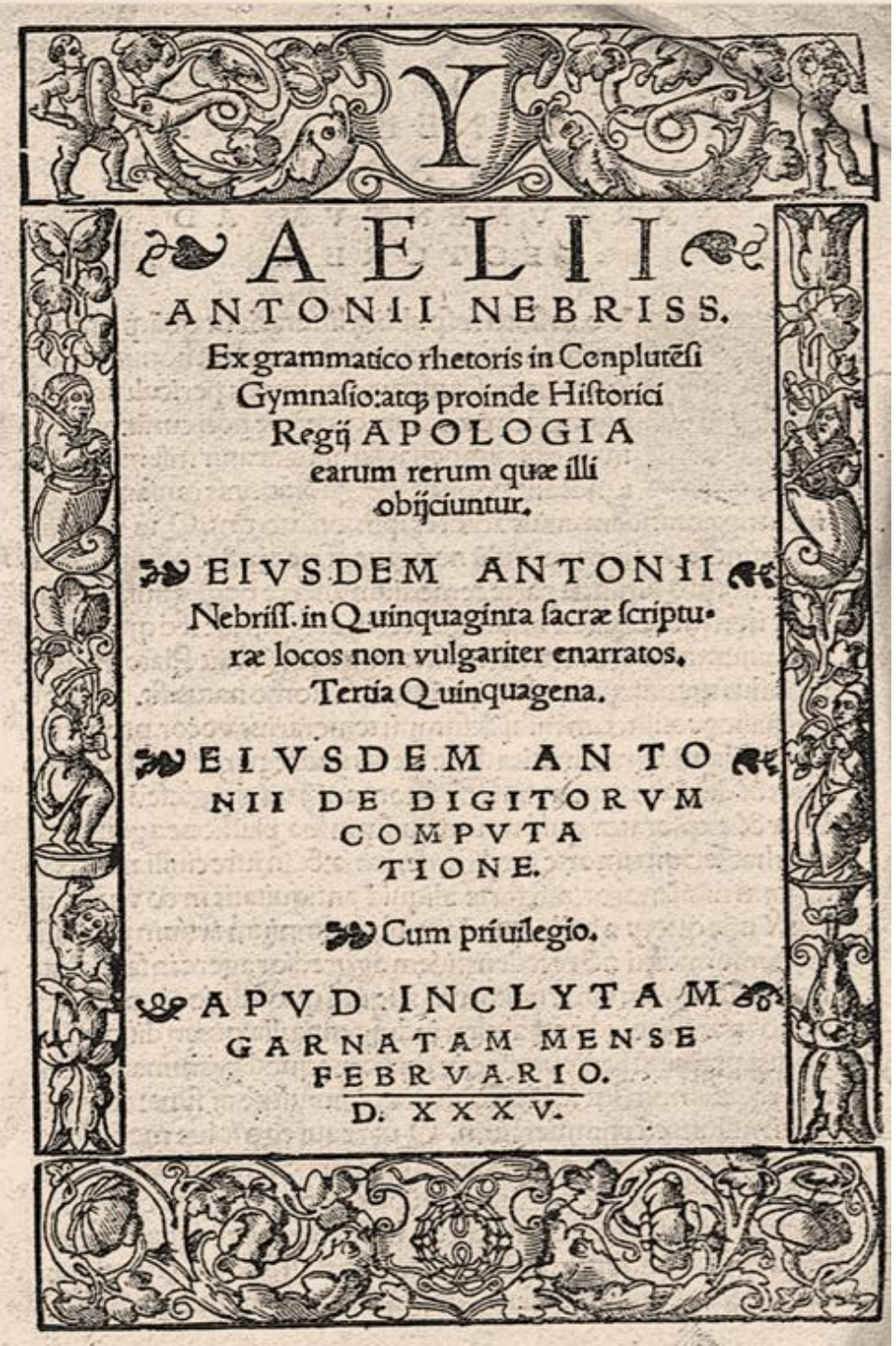
Nebrija impartiendo clase ante Juan de Zúñiga, arzobispo de Sevilla. Frontispicio de *Introductiones Latinae* (1486)

patrón material (el pie español). Tras una tabla con la equivalencia entre las medidas de longitud de los clásicos y las contemporáneas, todas referidas al pie, advierte sobre la dificultad de medir áridos por su diferente densidad. En la siguiente Repetición continúa con su estudio crítico-histórico, completando la tabla anterior, referida ahora a las diversas unidades de peso y capacidad. Finalmente, en la octava se refiere a las denominaciones dadas en las obras clásicas a los números ordinales y cardinales. Las tres fueron editadas conjuntamente años después (1527) por Miguel Eguia, formando un verdadero tratado de Metrología histórica que se conserva en la Biblioteca Nacional (Signt. R.21692).

Asimismo, puede incluirse dentro de la producción científica de Nebrija el trabajo que realizó sobre el cómputo con los dedos de las manos que denominó *De digitorum supputatione*. En el mismo recupera la significación de cada uno de ellos y de las figuras que pueden formarse con sus movimientos, atendiendo siempre a las enseñanzas contenidas en textos de diversos autores, entre los que señala a San Jerónimo, a San Isidoro o a Beda el Venerable. Es probable que no se tratara de una publicación independiente, ya que se editó conjuntamente con la *Apología* (mencionada con relación a sus problemas inquisitoriales) y la tercera de las *Quinquagena* (exposición de los cincuenta pasajes de la


Ælij Antonij ne
brissensis Grammatici atq; Regii
Historiographi Repetitio se-
ptima de Ponderibus.
quam recitauit
in Salmâ
ti-
cēsi gymnasio. in idus
Iunias. Anno
M.D.
XI.
IHS

REPETITIO SÉPTIMA DE PONDERIBUS



AELII
ANTONII NEBRISS.
Ex grammatico rhetoris in Complutẽsi
Gymnasio: atq; proinde Historici
Regij APOLOGIA
earum rerum quæ illi
obijciuntur.

EIVSDEM ANTONII
Nebriss. in Quinquaginta sacræ scriptu-
ræ locos non vulgariter enarratos.
Tertia Quinquagena.

EIVSDEM ANTO
NII DE DIGITORVM
COMPVTA
TIONE.

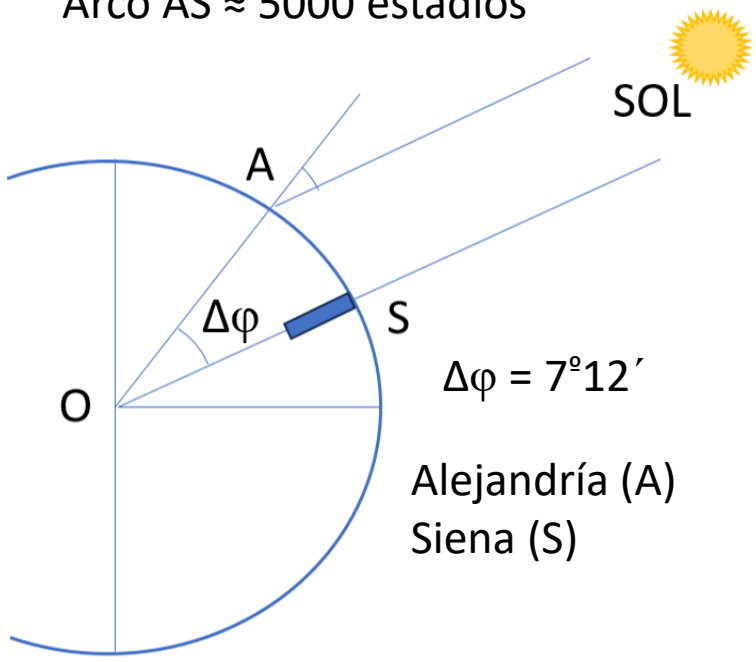
Cum priuilegio.

APVD INCLYTAM
GARNATAM MENSE
FEBRVARIO.
D. XXXV.

Biblia), con el título *Eiusdem Antonii de Digitorum Computatione*. Así aparece en uno de los ejemplares (conservado en la Biblioteca Pública de Córdoba) editado en Granada en Febrero de 1535. El trabajo es verdaderamente singular y muy gráfico en su exposición, según se desprende de la traducción realizada por Cotarelo e impresa al final de su obra Nebrija Científico; de ella se han seleccionado párrafos bastante significativos, el correspondiente a los nueve primeros números naturales dice así: «Cuando nuestros remotos antepasados querían expresar gráficamente uno, adherían el dedo meñique de la mano izquierda a la palma o hueco de dicha mano; cuando dos, el próximo inmediato al meñique; cuando tres, el dedo del corazón, al que solían llamar, con apelación de descrédito, el dedo deshonrado o circunciso. Con la elevación del meñique cuando estos tres están adheridos a la palma, cuatro; con la elevación del próximo, además, cinco; con la elevación del meñique y del dedo del corazón, además, mientras que el anular, que hemos descrito como próximo al meñique, permanece unido a la palma, seis; con el meñique aproximado a la raíz de la mano, siete; aplicando también el anular, de la misma manera, a la citada base o raíz, ocho; con el dedo del corazón también igualmente unido a la parte nombrada, nueve». Proseguía Nebrija con el resto de los números hasta 90, valiéndose siempre de los dedos de la mano izquierda. A partir de dicho número recurrió a la mano derecha. (...y lo

que expresa en la izquierda diez, en la derecha será cien; lo que en la izquierda veinte, doscientos; ...).

Nebrija prestó especial atención a cuestiones que en la actualidad podrían calificarse de geodésico-topográficas, aunque él las abordase en su tratado cosmográfico. Concretamente, en el capítulo primero se analiza y acepta la esfericidad de la Tierra y de los mares, así como la, por entonces discutida, existencia de antípodas. Las dimensiones de la Tierra aparecen expuestas en el capítulo cuarto al asignar al grado el desarrollo erróneo de 500 estadios, indirectamente influenciado por Eratóstenes, a través de la lectura del Sueño de Escipión (obra del gramático y filósofo romano Macrobio - S. IV y V). Sin embargo, Nebrija añadió los comentarios siguientes: «...los autores no nos han dejado nada cierto ni definido. Por consiguiente, con cierta óptima razón seguiremos en esta parte a Tolomeo que nos ha dejado escritas matemáticamente las distancias de los lugares. Y como de 500 estadios se hacen 600 millas, el ámbito de la Tierra y el mar contendrá más de 21600 millas, seis mil



La supuesta medida de Eratóstenes. El Sol en el solsticio de verano iluminaba el fondo de los pozos en Siena, cuando en Alejandría tenía una distancia cenital de 7°12´, valor coincidente con la diferencia de latitudes entre las dos ciudades (situadas en el mismo meridiano). El desarrollo del grado se obtuvo dividiendo AS por Δφ.

parasangas, que reducidas a leguas son 5400. En cuanto a lo que hemos dicho de que 500 estadios corresponden a cada grado se ha de entender sobre el meridiano o sobre la equinoccial o sobre cualquier otro círculo mayor de la esfera, pues a los círculos menores corresponderá menos». El error anterior, como es notorio, procedía de la inadecuada determinación de las longitudes geográficas, un hecho que a la larga auspiciaría el descubrimiento de América.

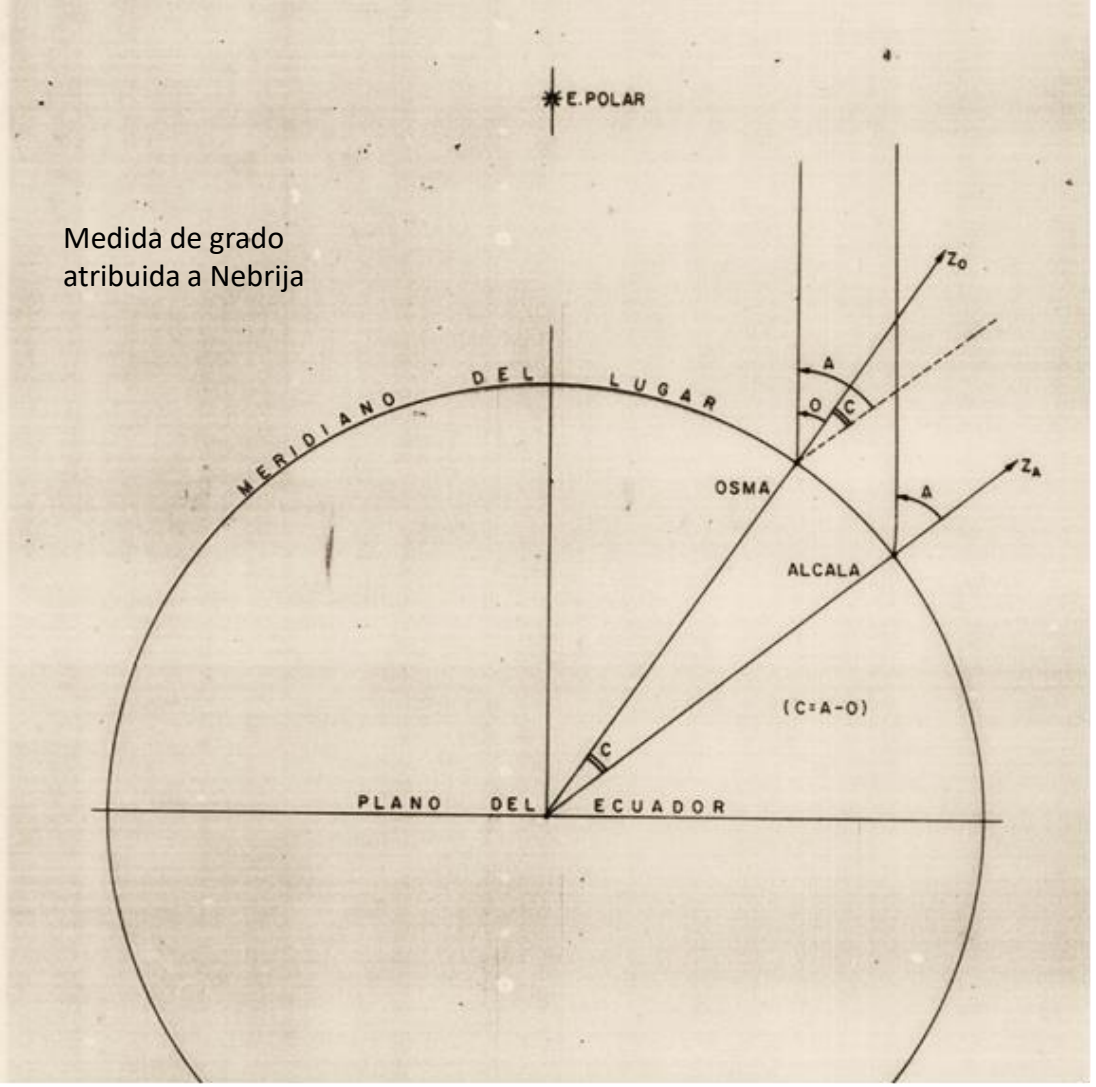
Nebrija impartió también una lección de cartografía matemática a través del séptimo capítulo de su Cosmografía. En él hace un resumen muy breve del capítulo XXIV (Libro I) de la Geografía de Tolomeo, cuyo título es suficientemente ilustrativo: *Como la tierra habitable puede ser mostrada en un plano para que sus medidas estén en consonancia con sus homólogas de la esfera.* El resumen de Nebrija detalla cómo se dibujaría el mapa: «Hagamos una tabla de cuatro ángulos rectos como abcd, y se hace ab casi el doble mayor que ac y supóngase que el lado ab está colocado en la parte superior que sea la dirección hacia el septentrión, después dividamos ab en partes iguales y en ángulos rectos y sea esta línea ef...» Todo apunta por tanto a que se estaba tratando de reproducir la segunda proyección ideada por Tolomeo (una especie de desarrollo cónico directo centrado en el paralelo de Rodas, que consideraba automecoico). El interés de Nebrija por la geografía matemática no se centró tan solo en su vertiente teórica, sino que lo extendió a las actividades de campo, realizando trabajos de índole topográfica y otros que podrían catalogarse de geodésicos. Dentro del primer grupo deben incluirse los que aparecen descritos en su repetida Cosmografía y en la *Repetición sexta*. Allí recuerda las medidas que él mismo efectuó en el estadio y circo

de Mérida, así como las realizadas entre los hitos miliarios colocados a lo largo de la vía que unía dicha ciudad con la de Salamanca. Reseña también, el autor de los trabajos, que se valió de cuerdas de cincuenta o de cien pies (presumiblemente similares a las que luego emplearía su discípulo Esquivel por aquellas tierras):«...En ella (dice refiriéndose a la Vía Lusitana) hay unas columnas cilíndricas, cada una designa mil pasos. Midiendo estos espacios, unas veces con pasos largos y otras con pasos cortos, comprobé tener cinco mil de mis pies. Con una cuerda de cien pies, que no se estire ni se encoja, medí el mismo espacio y obtuve cincuenta cuerdas de cien pies...» (capítulo 6º de su Cosmografía).

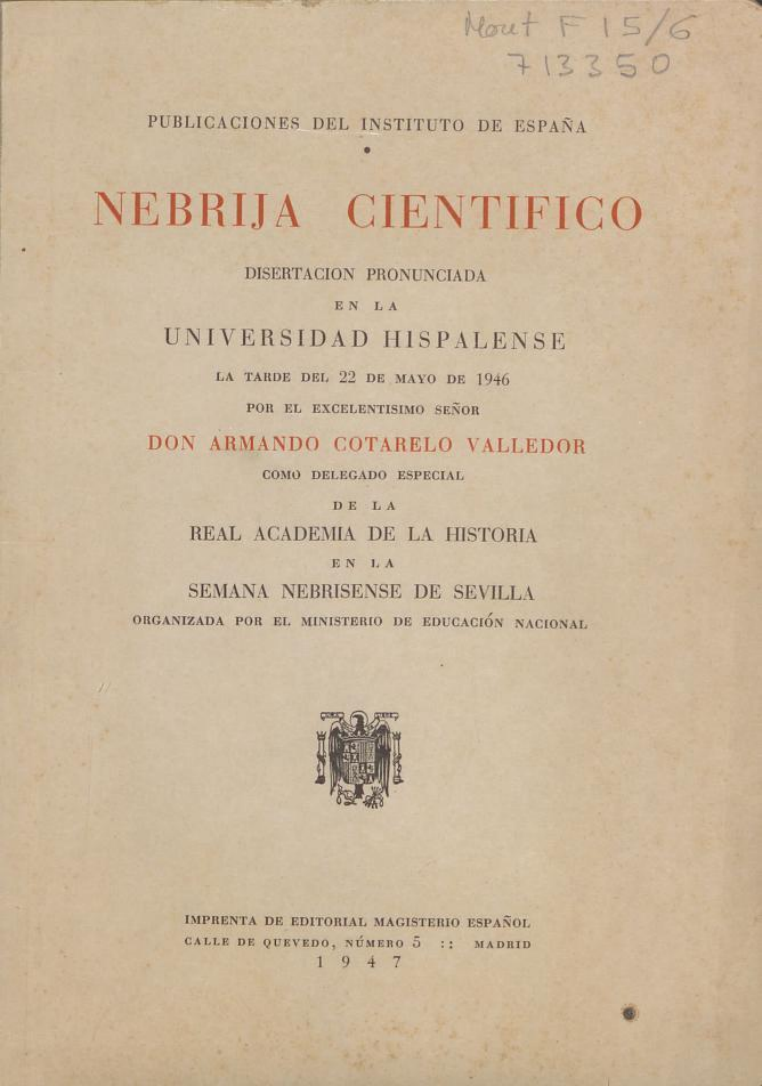
Miliario del año 98, cuya inscripción latina viene a decir: «El emperador César, hijo del divino Nerva, Nerva Trajano, augusto, germánico pontífice máximo, investido con la potestad tribunicia, cónsul por segunda vez, restauró 142 millas».

A Nebrija se le atribuye incluso la medida de un arco de meridiano, si bien es cierto que no se conserva prueba documental irrefutable. Si así hubiese sido, posiblemente sería el comprendido entre Alcalá de Henares y Burgo de Osma. La mención más remota que se conoce al respecto es la que figura en las sucesivas ediciones de la miscelánea *Silva de varia lección*, escrita por el Cosmógrafo real Pedro de Mexia a mediados del siglo XVI. En el capítulo que dedica a *como saber y medir cuanta sea la redondez y ámbito de la tierra toda*, afirmaba el también sevillano y cronista de Carlos V: «...De manera que tendrá el grado sesenta y dos millas y media y quinientos pasos

EL CIRCO DE MÉRIDA



geométricos. E así lo afirma Tolomeo, libro primero y lo mismo Mariano Capela y los más sabios cosmógrafos antiguos, y ésta es común opinión de los más doctos modernos. E así lo tiene Oroncio Fineo, y dice haberlo experimentado caminando de París a Tolosa, y Glariano y Antonio de Lebrixa, doctísimo y diligentismo varón, escriben haber la misma experiencia». Probablemente sea esa cita de Mexia el origen de sucesivos comentarios similares: los de Fernández de Navarrete, Menéndez Pelayo y el más reciente de López Piñero (y otros), pueden ser representativos. Otra de las menciones, mucha más concreta, es la que efectuó Méndez Bejarano (1923) en su Diccionario de Escritores, Maestros y Oradores, entre las páginas (29 a 40), dedicada a Martínez de Cala (Elio Antonio). Quizás sea esa una de las más rigurosa, al menos en su exposición, dice así: «El empeño de escoger para sus observaciones pueblos situados sobre un mismo meridiano presentó algunas dificultades, hasta elegir Alcalá y Osma como puntos de observación definitiva. Desde estos lugares y aprovechando una misma hora en una noche clara (de la que sería curioso conocer la fecha), dos observadores experimentados miden el ángulo cenital a que se eleva la Estrella Polar, extremo de la cola de la Osa Menor, que entonces ya pasaba por ser el polo de rotación de la esfera celeste, conocimiento que databa de los caldeos. Calculada la diferencia de estos ángulos, resultó ser de un grado menos ocho minutos, y el camino de atajo que podría labrarse de Alcalá de Henares al Burgo de Osma seria escasamente de veinte leguas castellanas ».



Nout F 15/6
713350

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO DE ESPAÑA

NEBRIJA CIENTIFICO

DISERTACION PRONUNCIADA
EN LA
UNIVERSIDAD HISPALENSE
LA TARDE DEL 22 DE MAYO DE 1946
POR EL EXCELENTISIMO SEÑOR
DON ARMANDO COTARELO VALLEDOR
COMO DELEGADO ESPECIAL
DE LA
REAL ACADEMIA DE LA HISTORIA
EN LA
SEMANA NEBRISENSE DE SEVILLA
ORGANIZADA POR EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

IMPRENTA DE EDITORIAL MAGISTERIO ESPAÑOL
CALLE DE QUEVEDO, NÚMERO 5 :: MADRID
1 9 4 7

Algunos autores dan por cierta la medición de grado, llegando incluso a lamentar no haber podido fijar la exactitud alcanzada, ese es el caso de Julio Rey Pastor (*La Ciencia y la Técnica en el Descubrimiento de América. 1492*), que da como razón para no lograrlo el desconocimiento de la equivalencia métrica del paso geométrico (citado por Mexia). De ser ciertas las operaciones geodésicas de Nebrija, llevaría mucha razón el académico Armando Cotarelo Vallador, cuando afirmaba que el maestro sevillano sería el precursor de todos los ilustres geodestas españoles. Así lo hizo en el encendido discurso que pronunció en la Universidad de Sevilla (22.V. 1946), con ocasión de la celebración de una semana nebrisense, manifestando además que «debía decorársele con el galardón de ser el primero en medir un arco de meridiano, no en España, sino en Europa, sublimándole en la esfera científica a la misma elevación que en la lingüística resplandece y granjeando así a la Patria el honor de anticiparse un siglo a las miseraciones de Villebordio Snellio, el Eratóstenes bátavo, tenido hasta hoy por inventor de la triangulación geodésica, si es que ya no sea también, como todo parece indicarlo, otra invención española por un alumno del Humanista anticipada».

Monumento a Nebrija situado en la Plaza de España de Lebrija. Fue inaugurado en mayo de 1946, coincidiendo con el V aniversario de su nacimiento. El autor fue José Lafita.

La contribución científica más valiosa de Nebrija fue la metrológica, con la particularidad de estar perfectamente documentada. Ya se han mencionado indirectamente algunas cuestiones que lo avalan como estudioso de la metrología histórica y como promotor de un patrón lineal. Como ocurría en los apartados anteriores, se debe recurrir a la Cosmografía y a sus Repeticiones para encontrar menciones expresas: recuérdese por ejemplo el capítulo sexto de la primera y en *Repetitio sexta de Mensuris*. Resulta muy significativo lo que comenta en dicha repetición a propósito del patrón citado:«... habiendo dividido el estadio de Mérida en ciento veinticinco pasos y distribuyendo a su vez cada paso en cinco pies, me resulta una misma longitud del pie que anoté para ulteriores aplicaciones y que he de poner de manifiesto en la Biblioteca que ahora se construye con gran magnificencia en nuestra Universidad de Salamanca; con objeto de que cuantas veces se suscite alguna duda que se refiera a cualquier clase de medida a fin de que se pueda comprender, según dice el Apóstol, cual es la longitud, latitud, profundidad y anchura...». No es seguro que Nebrija llegase a colocar su patrón en la Biblioteca, y de haberlo hecho ya no estaba allí cuando la visitó Ambrosio de Morales. Así lo detallaba, a la vez que lamentaba, el consejero y cronista de Felipe II después de haber referido los trabajos que el «buen Maestro de toda España, Antonio de Lebrixa» había efectuado en Extremadura para fijar el referido patrón de longitud. (Antigüedades de España. 1575). En el capítulo 6º de su Cosmografía, dio cuenta de los trabajos efectuados a lo largo de la Vía Lusitana, apoyándose en ellos para elegir su propio pie como patrón lineal;

Biblioteca antigua de la UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

La espina del circo emeritense

comentando que cualquiera de las cien partes de la cuerda empleada «correspondía a la longitud de mi pie desnudo». Continúa después con la medición del estadio de Mérida indicando: «Hay junto a Mérida un estadio en la Naumaquia (*stadium in naumachia*) o bien sea, un gran circo. Midiendo éste, abriendo las rodillas cuanto podía, obtuve ciento veinticinco pasos, lo cual está de acuerdo con la anterior suposición de las millas cuando dijimos que contienen ocho estadios. Lo que los bárbaros llaman legua, es sin duda lo que los griegos llaman parasanga y que Herodoto dice contiene treinta estadios, lo cual hace cuatro millas aproximadamente. También observé en mis anteriores viajes que cuatro millas equivalen a una legua o parasanga». A la misma cuestión se refería Nebrija en *De Mensuris*, después de indicar que había medido numerosas veces el estadio de Mérida con sus propios pies y pasos, «...Esta fue la manera de encontrar la medida del pié respecto a las millas, esto es, en el intervalo entre dos piedras miliarias: Supuesto que cada milla tiene mil pasos, cada uno de los cuales hace cinco pies, habiendo cogido una cuerda, que ni se estire ni se encoja, medí el espacio comprendido entre dos piedras llevando consecutivamente cien veces la longitud de la cuerda hasta completar aquel intervalo que se extendía entre dichas dos piedras miliarias. Después la quincuagésima parte de la cuerda me indicó una medida cierta del pie, puesto que ya hemos dicho que la milla tiene cinco mil pies».

Medallón de Nebrija en la Plaza Mayor de Salamanca

Después continuó Nebrija insistiendo en la conveniencia de considerar el pie como patrón lineal, en detrimento del paso. La Repetición termina con la tabla de equivalencia ya mencionada, con las definiciones de unidades antiguas y con la advertencia de que resulta dificultoso medir áridos por su diferente densidad. Aunque el carácter anatómico del patrón propuesto por Nebrija sea insostenible y poco recomendables algunos de los procedimientos que empleó (recuérdese que unas veces daba pasos de un tipo y otras de otro), hay que anotar en su haber y quizás como principal mérito el haber tratado de imponer orden en el caos metrológico, entonces imperante, señalando la necesidad de establecer un sistema universal de medidas, varios siglos antes de que se implantara con tanto esfuerzo el Sistema Métrico Nacional. Luis Vigil y Pedro Ruiz Aizpiri hacen al final de su importante artículo *Nebrija en el Campo de la Ciencia* (Revista Matemática Hispano-Americana. 4ª serie. Tomo IV. pp. 71-86. 1944) una valoración que parece sumamente ajustada y todavía válida, de ahí que se cite textualmente: «Su actitud mental es aceptación de la ciencia clásica, en tanto no se oponga a ella ningún descubrimiento renacentista, pero en su caso, admisión de todo resultado empírico moderno, lo cuál en su tiempo, bastante antes de llegar a Galileo, no es pequeño mérito. En resumen, Nebrija no fue un investigador, un científico propiamente dicho, pues su vocación era otra, pero reunió todas las cualidades que habrían sido de desear en los científicos españolas de aquella época».

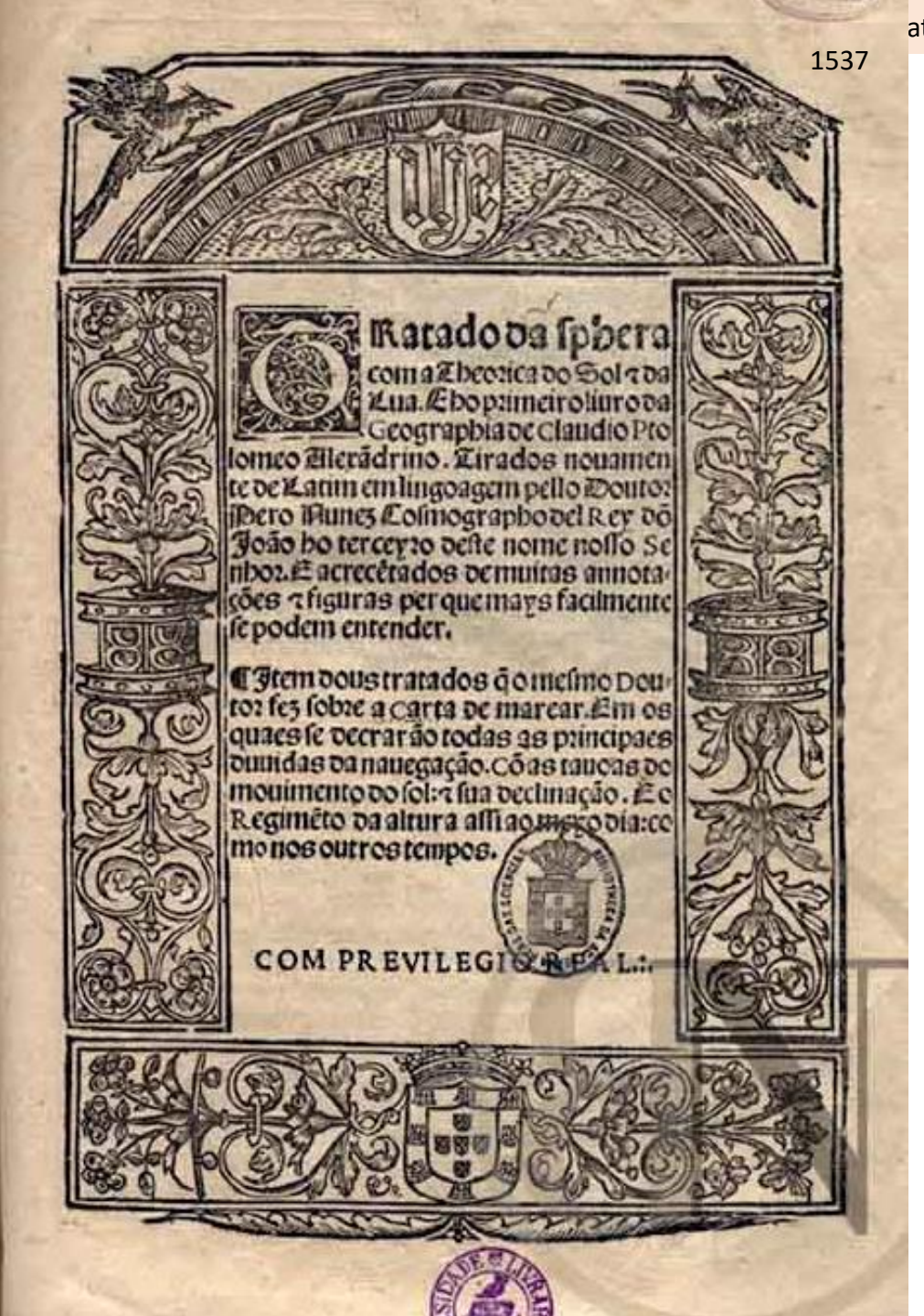
Sosteniendo compás y esfera armilar

Pedro Nunes (1502-1578)

El mejor matemático portugués de la época de los descubrimientos, un cosmógrafo genial al que se le debe la introducción de las líneas de igual rumbo, luego llamadas loxodrómicas; las cuales fueron básicas para el desarrollo de la navegación. Suyo fue el invento del *nonius* (vocablo derivado de su apellido), un aditamento indispensable para mejorar la exactitud de los goniómetros y de otros instrumentos de medida. Reconoció el valor de los que habían descubierto nuevas islas, nuevas tierras, nuevos mares y nuevos pueblos, pero también pensaba que había algo más: un cielo nuevo y estrellas nuevas. Pedro Nunes nació en Alcácer do Sal, llamado por los romanos Salacia, de ahí que en ocasiones figure con el nombre latino de *Petrus Nonius Salaciensis*. Su familia era judía, aunque no haya constancia de que él profesara esa doctrina, nada se sabe de sus primeras enseñanzas, pero si que ingresó en la Universidad de Salamanca hacia el año 1517; partiendo de los conocimientos que adquirió, debió de recibir clases de filosofía, geografía, matemáticas y medicina. Se graduó en 1523, justamente en el

mismo año en que contrajo matrimonio con la salmantina Guiomar Areas, con la que se trasladaría después a Portugal. No se sabe cuando lo hicieron, pero debió ser antes de 1527, Ya que entonces Nunes era tutor de un hermano del Rey Juan III (el piadoso), una tarea que prosiguió hasta el año 1531; al mismo tiempo enseñó técnicas de navegación a diversos marinos, entre ellos Martim Afonso de Sousa, quien comandó la colonización de Brasil en 1530. Tal fue su prestigio, que el 16 de noviembre de 1529 fue nombrado Cosmógrafo del Reino de Portugal, cargo que compatibilizó con el profesor de filosofía en la Universidad de Lisboa hasta el año 1532 y con los estudios propios del doctorado en medicina, título que le fue otorgado en marzo de ese mismo año.

No se puede asegurar a ciencia cierta donde residió Nunes durante el periodo comprendido entre los años 1532 y 1544, aunque haya constancia de que parte de él estuvo en España (posiblemente impartiendo clases en Salamanca). También fue en ese tiempo cuando fue contratado oficialmente por la Universidad de Lisboa, supervisando los estudios de doctorado de varios alumnos. Fue entonces (1534) cuando empezó a escribir su libro de Álgebra, aunque no lo publicara hasta muchos años después. En el año 1537 se presentó su obra *Tratado da sphera*, compuesta de varios libros: una edición crítica del homónimo de Sacrobosco, la *Theoricae nouae planetarum de Peurbach* y el libro primero de la Geografía de Tolomeo, añadiendo


1537

Tratado da sphera com a Theorica do Sol & da Lua. Ho primeiro liuro da Geographia de Claudio Ptolomeo Alleradrino. Tirados nouamente de Latim em lingoagem pello Doutor Pero Nunez Cosmographo del Rey dõ João ho terceyro deste nome nosso Senhor. E acrecẽtados de muitas annotações & figuras per que mays facilmente se podem entender.

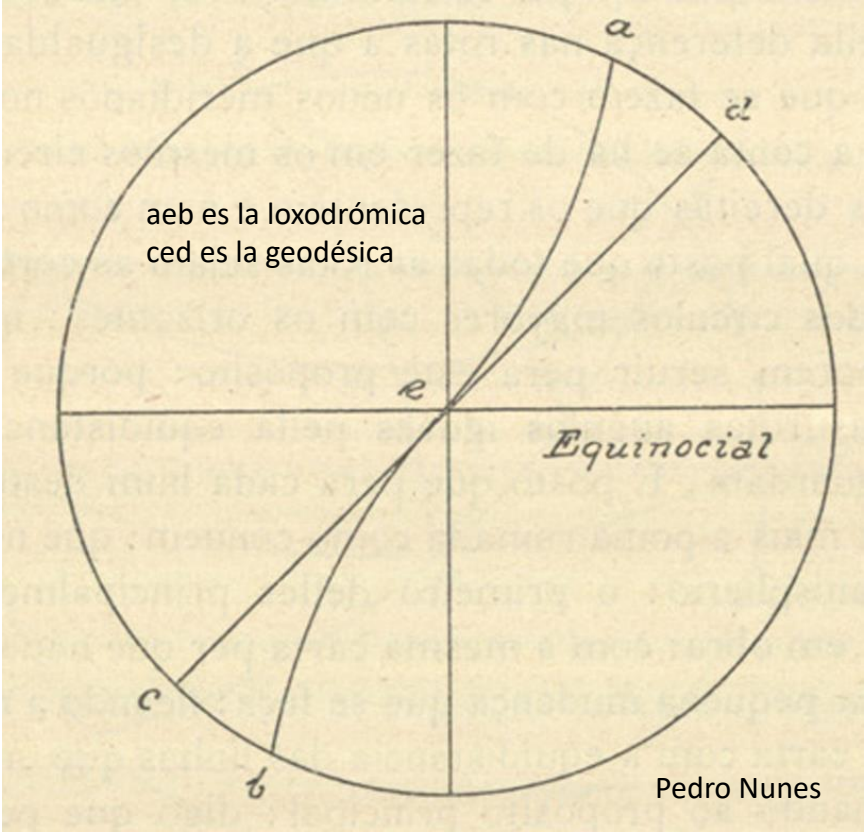
Item dous tratados ẽ o mesmo Doutor fez sobre a carta de marear. Em os quaes se decrarão todas as principaes duuidas da nauegação. Cõ as taboas do mouimento do sol & sua declinação. E o Regimẽto da altura assi ao meyo dia: como nos outros tempos.

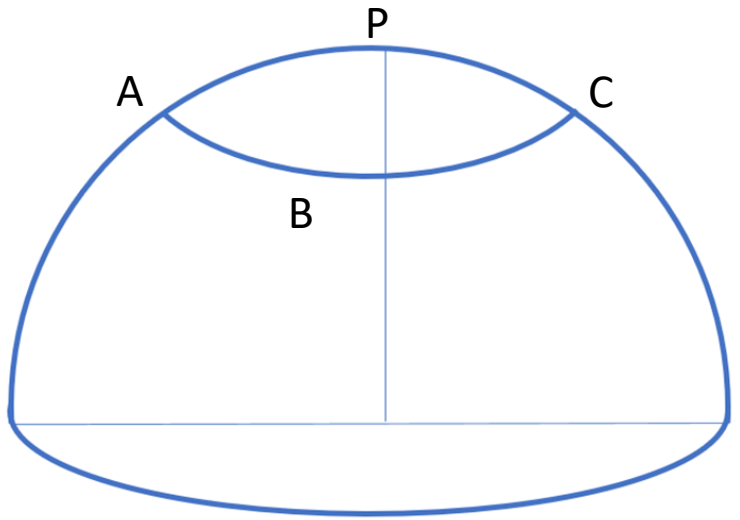
COM PREVILEGIO REAL.

atado da sphera com a Theorica do Sol e da Lua. E ho primeiro livro da Geographia de Claudio Ptolomeo Alleradrino.

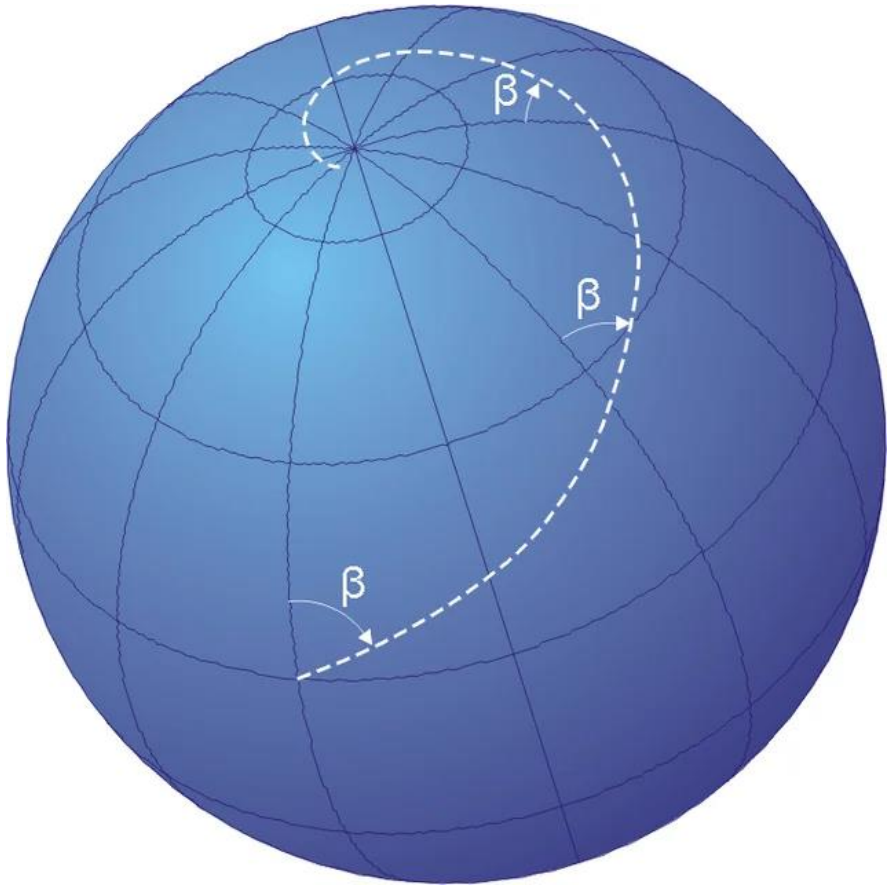
además, dos obras propias sobre navegación. Los títulos de estas últimas fueron: *Tratado que ho doutor Pêro nunez fez sobre certas duuidas de nauegação* y *Tratado que ho doutor Pêro nunez Cosmographo del Rey nosso senhor fez em defensam da carta de marear.* Es posible que Nunes se refiriera por primera vez a las líneas de acimut constante en el año 1534, a propósito de las consultas que le hiciera al respecto su antiguo alumno Martim Afonso de Sousa. Tales líneas fueron, y son, indebidamente llamadas de igual rumbo, confundiendo los meridianos geográficos con los magnéticos, siendo preferible la denominación de loxodrómicas, acuñada en 1624 por el holandés Willebrord Snell (Snellius). No obstante, el tratamiento formal de la cuestión lo efectuó en los dos tratados que se acaban de citar, cuyo principal objetivo fue disipar las dudas de la mayoría de navegantes, los cuales pensaban que al seguir una travesía con rumbo constante estaban trazando sobre la esfera un arco de círculo máximo. Otro de los problemas a los que se enfrentaban fue el de la imposibilidad de fijar el rumbo sobre las cartas náuticas, recurriendo ocasionalmente al empleo de globos terráqueos. Entre los navegantes de la época debió imperar un cierto caos, a tenor de lo escrito por Nunes en el primer tratado, explicando los fundamentos matemáticos de la navegación y distinguiendo con claridad entre las dos posibles

trayectorias del barco: ortodrómica (círculo máximo de mínima distancia y acimut variable) y loxodrómica (línea de acimut constante y de la familia de las espirales). Sus palabras son esclarecedoras : «e se per altura que os nauegantes poucas veces acertam: fazem sua conta: huas veces erram per darem mays longura: e otras veces per darem menos: ho nordeste per que cuydaam que vam. He a linha .de.e.c nesta figura. Mas o camino per que verdadeyramente andam: he a linha curua .a.e.b. a qual nao he circulo nem linha dereita. E quem esta minha imaginacao bem oulhar: entendera que do erro dos naugantes se pode tirar a verdade: e que sem ir a hum lugar: nem nunca nauegar: pella falsa enformaçao que dam delle: se pode saber a verdade». La diferencia entre las distancias recorridas siguiendo uno u otro trayecto es considerable cuando los extremos de la travesía están muy alejados, así se desprende del ejemplo siguiente: en el supuesto de seguir el paralelo de latitud 60º entre dos puntos cuya diferencia de longitud fuese de 180º (ABC) la línea de la figura adjunta) la distancia recorrida sería de πR/2; en cambio si para ir de A a C se hubiese seguido el arco ortodrómico APC, la distancia recorrida hubiese sido de πR/3. La diferencia entre ambos valores sería pues de πR/6, es decir unos 3335.85 km, en el supuesto de fijar el radio de la Tierra en 6371 km. No obstante, el desarrollo definitivo de la navegación no se produjo hasta que Mercator publicó en 1569 su mapa *Nova et Aucta Orbis Terrae Descriptio ad Usum Navigantium Emendate Accommodata.* En efecto, al tratarse de una representación





Loxodrómica de acimut β, rodeando al polo de la esfera



Verde (geodésica) y Rojo (loxodrómica)

conforme (se conservan los ángulos al pasar de la esfera al plano) y ser paralelas las imágenes de los meridianos, la representación de las loxodrómicas será rectilínea, de ahí la facilidad de fijar el rumbo de la travesía sobre la carta náutica dibujada de acuerdo con ese criterio. Por el contrario, la imagen de la geodésica, u ortodrómica, será curvilínea, presentando su concavidad hacia la línea ecuatorial; dándose por tanto la circunstancia de que las geodésicas que pasen de uno a otro hemisferio tendrán en ella su punto de inflexión. La deformación inherente a los sistemas cartográficos hace que se presente una contradicción aparente: la mínima distancia entre dos puntos del plano del mapa no es un segmento rectilíneo.

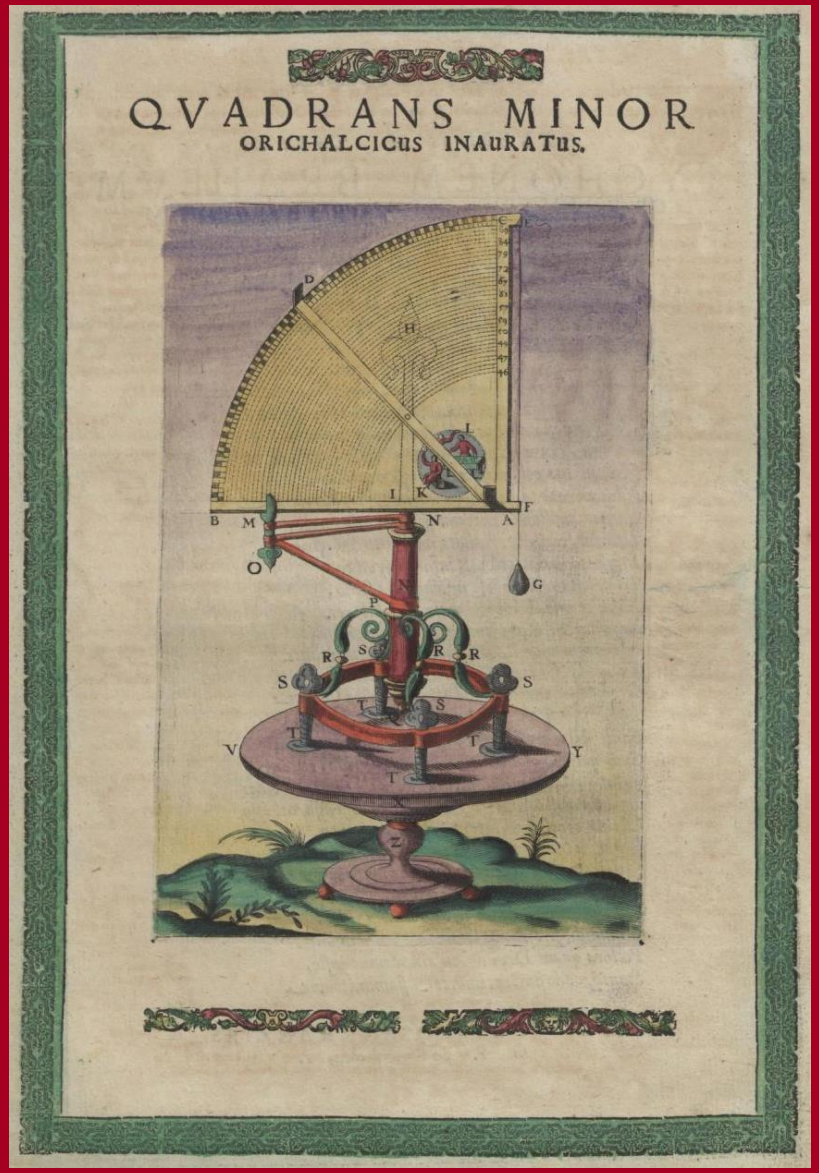
La siguiente publicación de Nunes fue *De Crepusculis*, editada en el año 1542, la cual parece que fue concebida como ampliación de la respuesta dada a uno de sus alumnos, el príncipe Enrique, hijo del rey Manuel I; el cual ya estaba al tanto de calcular la latitud del lugar mediante las alturas meridianas del Sol. El futuro Rey de Portugal (1578) le preguntó qué día del año era aquel en que duraba menos el crepúsculo. Esa obra fue la más notable de las que escribió P. Nunes, a tenor del respeto y admiración con que era citada por los matemáticos de los siglos XVI y XVII; en ella amplió y generalizó el problema de la duración del crepúsculo, explicando su dependencia del lugar y de la época del año,

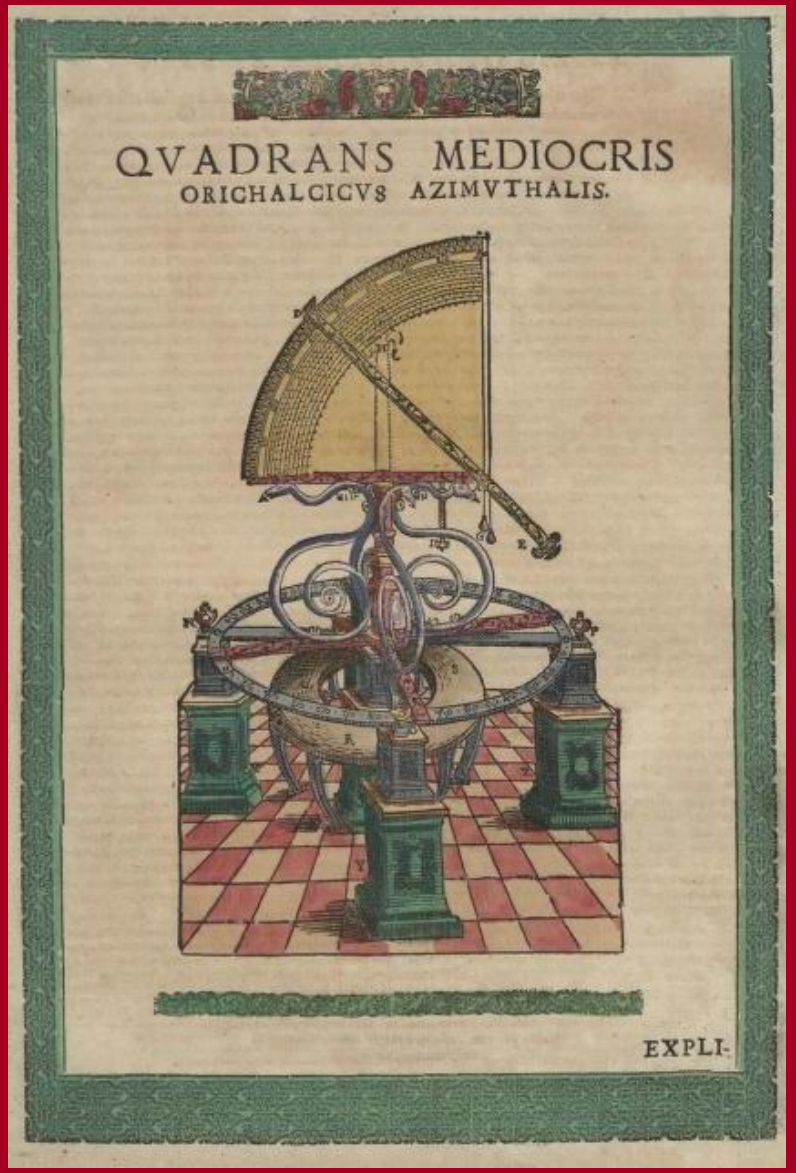
También fue en esta obra donde introdujo la idea del nonius, incorporando una serie de arcos circulares concéntricos, divididos de modo que cada uno tuviese una parte menos que el anterior: el de mayor radio tenía 90, y los anteriores 89, 88, etc. Cuando se efectuaba una lectura angular, se anotaba el círculo y la división marcada por la alidada; consultando luego una tabla para obtener la lectura definitiva. Tycho Brahe hizo suya la novedad de Nunes, incorporándola a dos de los cuadrantes que construyó para el Observatorio de Uraniburgo: uno pequeño de 39 cm de radio y otro mediano de 58 cm. No obstante, el modelo original fue transformado posteriormente por autores como Pierre Vernier (*La construction, l 'usage et les proprietez du quadrant nouveau de mathematique. 1631)*, de ahí que también se use el nombre de vernier para referirse al dispositivo que optimiza la lectura correspondiente; otros autores que también diseñaron su propio modelo fueron los jesuitas Jacob Curtis y Christopher Clavius, siendo este último alumno de Nunes en Coímbra.

En el año 1544 se incorporó P. Nunes a la Universidad de Coímbra para dirigir la cátedra de Matemáticas, permaneciendo al frente de la misma hasta 1562; si bien, durante el periodo 1557-1561 residió en Lisboa. Las Las enseñanzas fundamentales impartidas en dicha cátedra se centraron principalmente en las aplicaciones relativas a la navegación,

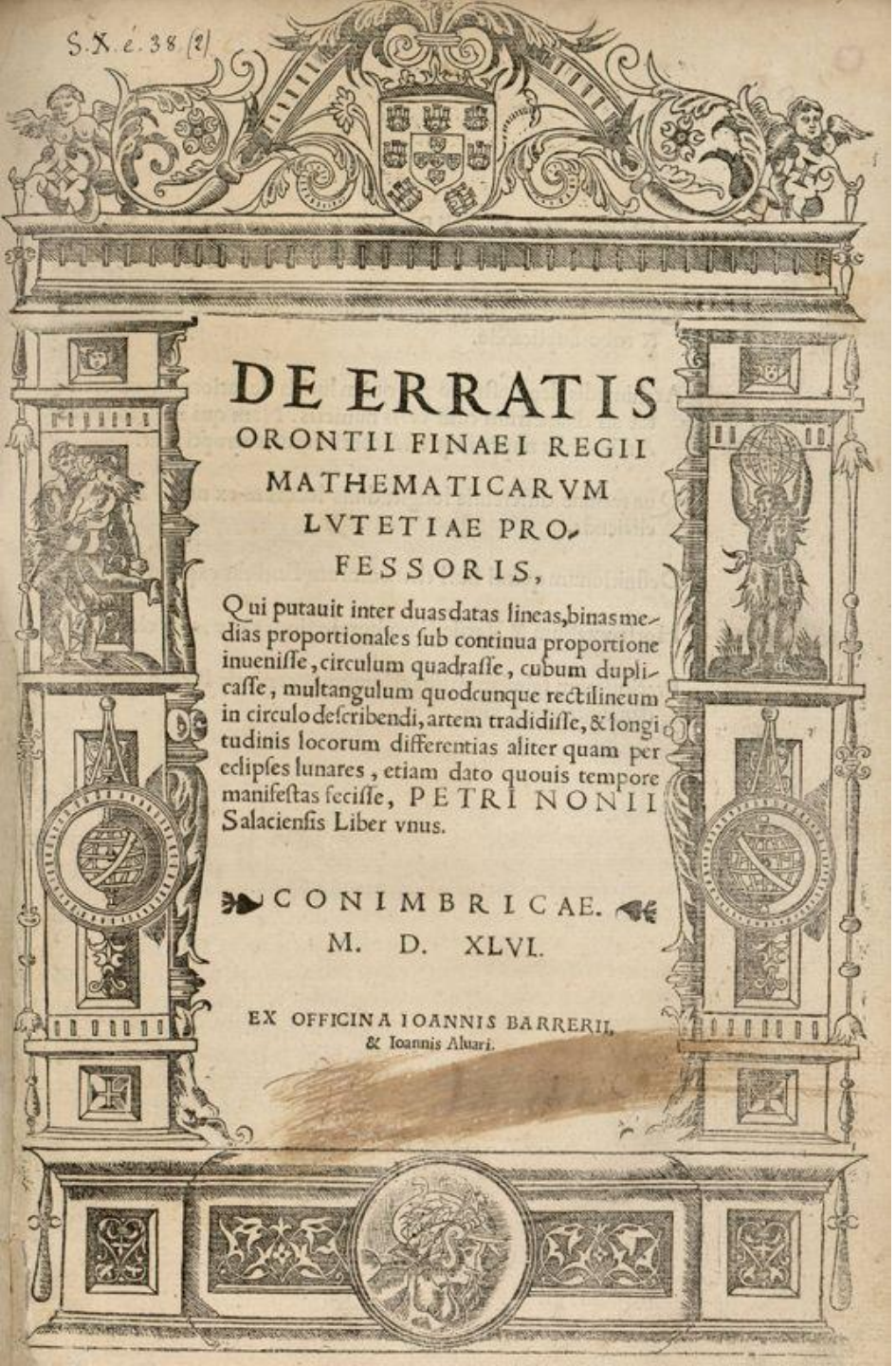
PETRI NONII
Salaciēſis, de Crepuſculis liber unus, nūc recēs & natus et editus.
ITEM Allaken Arabis uetuſtiſſimi, de cauſis Crepuſculorum Liber unus, à Gerardo Cremonenſi iam olim Latinitate donatus, nunc uero omniū primum in lucem editus.
Olyſſipone
M. D. XLII.

Reconstrucción del ASTROLABIO Y CUADRANTE DE NUNES
con nonio incorporado



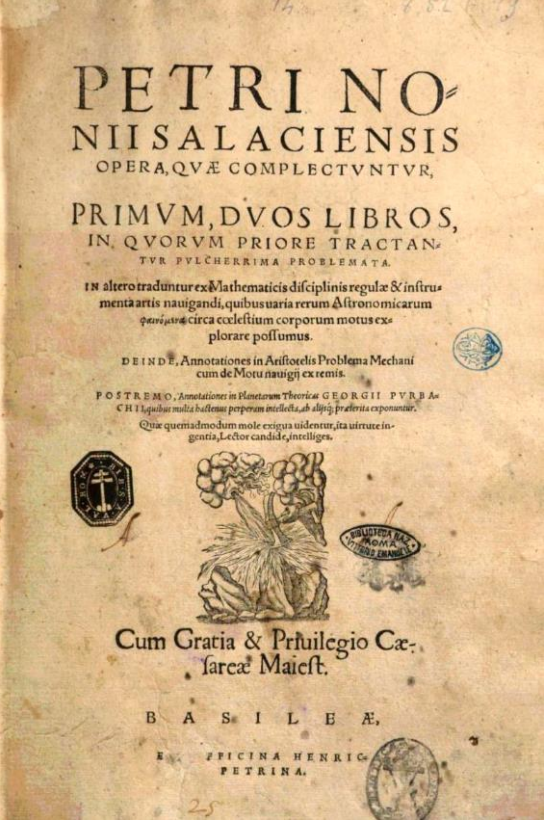


CUADRANTES DE TYCHO BRAHE, con el aditamento
de PEDRO NUNES. *Astronomia Instauratæ Mechanica*

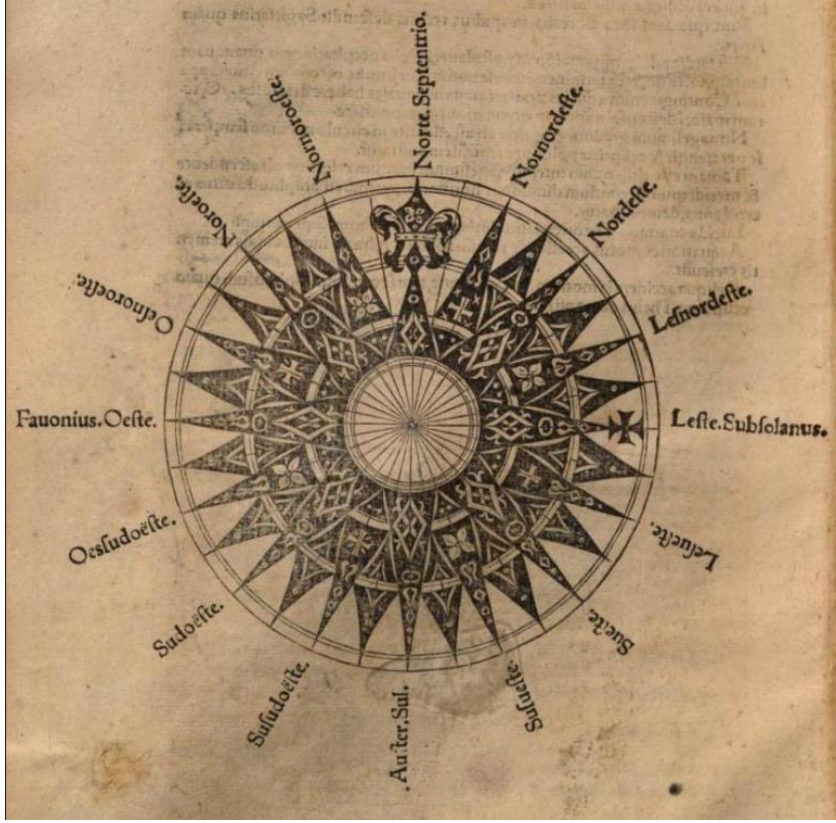


puesto que la riqueza del país dependía en gran manera del comercio marítimo. Nunes comenzó sus clases un año después de que Copérnico publicase su celebérrima obra *De revolutionibus orbium cœlestium*, de la que aceptó sus planteamientos matemáticos, pero sin pronunciarse sobre la verosimilitud del modelo cósmico. Ello no fue óbice para que los trabajos de Nunes fuesen reconocidos por sus contemporáneos europeos: siendo referido tanto por Tycho Brahe como por el francés Pierre Gassendi, el cual incluyó al portugués en la lista de los grandes matemáticos y astrónomos del siglo XVI. Nada más instalarse en Coímbra, Nunes analizó los trabajos realizados por O. Fineo sobre los tres problemas clásicos de la cuadratura del círculo, la trisección de un ángulo arbitrario y la duplicación del cubo, concluyendo que edran incorrectos, de ahí el título de la obra que publicó en el año 1546*: DE ERRATIS Orontii Finaei Regii Mathematicarum Lutetiae Professoris, qui putavit inter duas datas lineas, …& longitudinis locorum differentias aliter quam per eclipses lunares, etiam dato quovis tempore manifestas fecisse, Petri Nonii Salaciensis liber unus*. Desde el punto de vista cosmográfico es destacable el hecho de que abordase el difícil problema de la determinación de la diferencia de longitudes, por medio de la observación simultánea de un eclipse lunar desde los dos puntos implicados.

BIBLIOTECA JOANINA de la Universidad de Coimbra, fundada por el Rey Juan V.


PETRI NO-
NII SALACIENSIS
OPERA, QVÆ COMPLECTVNTVR,
PRIMVM, DVOS LIBROS,
IN QVORVM PRIORE TRACTAN-
TVR PVLCHERRIMA PROBLEMATA.
IN altero traduntur ex Mathematicis disciplinis regulæ & instrumenta artis nauigandi, quibus uaria rerum Astronomicarum quæ pertinent circa cœlestium corporum motus explorare possumus.
DEINDE, Annotationes in Aristotelis Problema Mechani cum de Motu nauigij ex remis.
POSTREMO, Annotationes in Planetarum Theoricas GEORGII PVRBACHI, quibus multa ballenus perperam intellecta, ab aliquib. præterita exponuntur.
Quæ quemadmodum mole exigua uidentur, ita uirtute ingentia, Lector candide, intelliges.
Cum Gratia & Priuilegio Cæ-
sareæ Maiest.
BASILEÆ,
EX OFFICINA HENRICI
PETRINA.

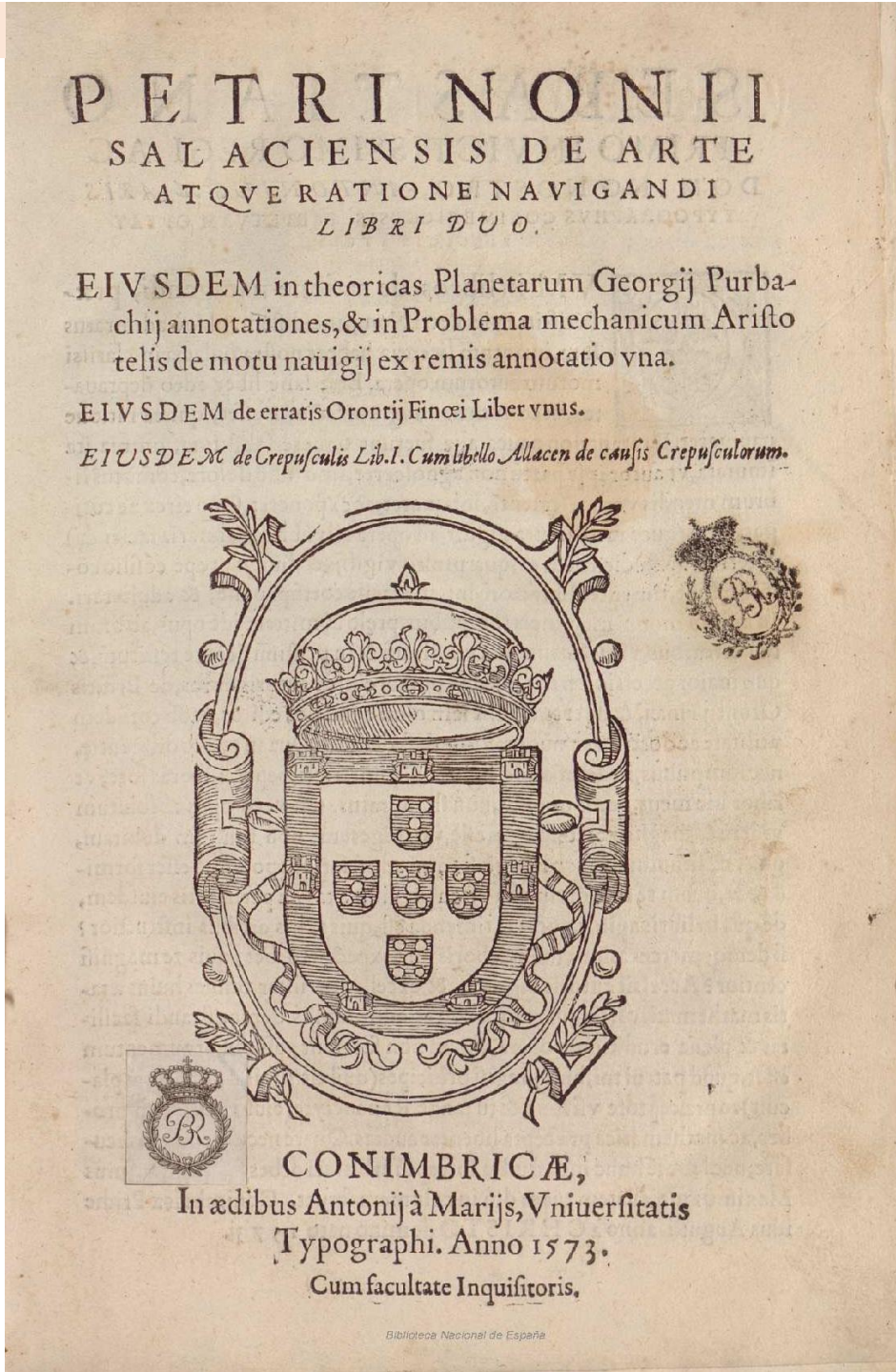
Pedro Nunes recopiló todas sus obras en la publicación Petri Nonii Salaciensis Opera, editada en el mes de septiembre de 1566 (Basilea); en la que se desarrollan los cuatro apartados indicados en su portada. Los dos primeros pueden considerarse las versiones latinas de los tratados de navegación incluidos en el *Tratado da Sphera* de 1537, aunque la correspondiente al segundo aparece mucho más detallada y extensa que en aquel: *De regulis & instrumentis, ad uarias rerum tam maritimarum quam & coelestium apparentias deprehendendas, ex Mathematicis disciplinis*. Ciertamente, en él se analiza el fundamento de las cartas náuticas y el diseño de las mismas, ocupándose también de la navegación astronómica y del trazado de las loxodrómicas en el globo terráqueo. Esos textos latinos de Nunes fueron incorporados, previa traducción al inglés, por Edward Wright, el cual fue el primero en publicar tablas de latitudes crecientes para formar cartas en las que las imágenes cartográficas de las loxodrómicas fuesen rectilíneas. Los capítulos siguientes del *De regulis & instrumentis* tratan de la navegación astronómica, incluyendo varios procedimientos para hallar coordenadas geográficas.



En los siete últimos capítulos de este segundo tratado se abordó el problema del trazado de loxodrómicas en un globo terráqueo, una cuestión más complicada que la construcción de la tabla de latitudes crecientes. Para ello ideó un procedimiento complicado, consistente en la resolución secuencial de varios triángulos esféricos, para obtener

En el año 1573 se publicó una edición mejorada de la Opera, pero con un título diferente: *De arte atque ratione navigandi*

puntos localizados aproximadamente en loxodrómicas de la esfera. Los dos tratados latinos de Pedro Nunes sobre la navegación fueron traducidos al español por Juan Cedillo Díaz, conservándose su manuscrito en la Biblioteca Nacional de España. El tercer apartado de la Opera fue un breve ensayo titulado *In Problema mechanicum Aristotelis de Motu nauigij ex remis* (Sobre el movimiento de los barcos con remos en la Mechanica de Aristóteles). El cuarto y último, *In Theoricas Planetarum Georgii Purbachii annotationes aliquot*, es una colección ampliada de anotaciones a la *Theoricae Novae Planetarum* de ese matemático austriaco del siglo XIV.



PETRI NONII
SALACIENSIS DE ARTE
ATQVE RATIONE NAVIGANDI
LIBRI DVO.

EIVSDEM in theoricas Planetarum Georgij Purbachij annotationes,& in Problema mechanicum Aristotelis de motu nauigij ex remis annotatio vna.

EIVSDEM de erratis Orontij Finœi Liber vnus.

EIVSDEM de Crepusculis Lib.I. Cum libello Allacen de causis Crepusculorum.

CONIMBRICÆ,
In ædibus Antonij à Marijs, Vniuersitatis
Typographi. Anno 1573.
Cum facultate Inquisitoris.

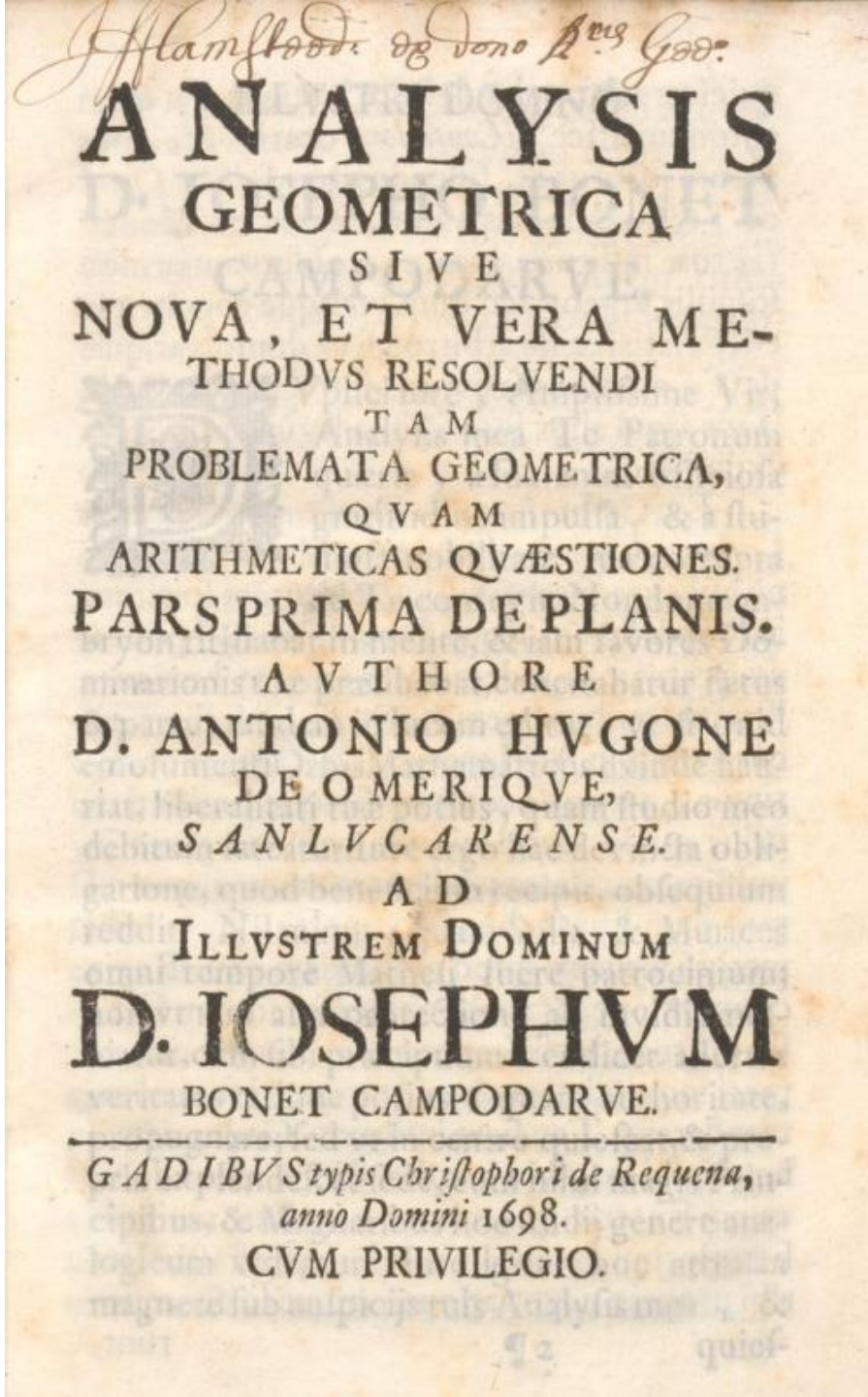
Biblioteca Nacional de España

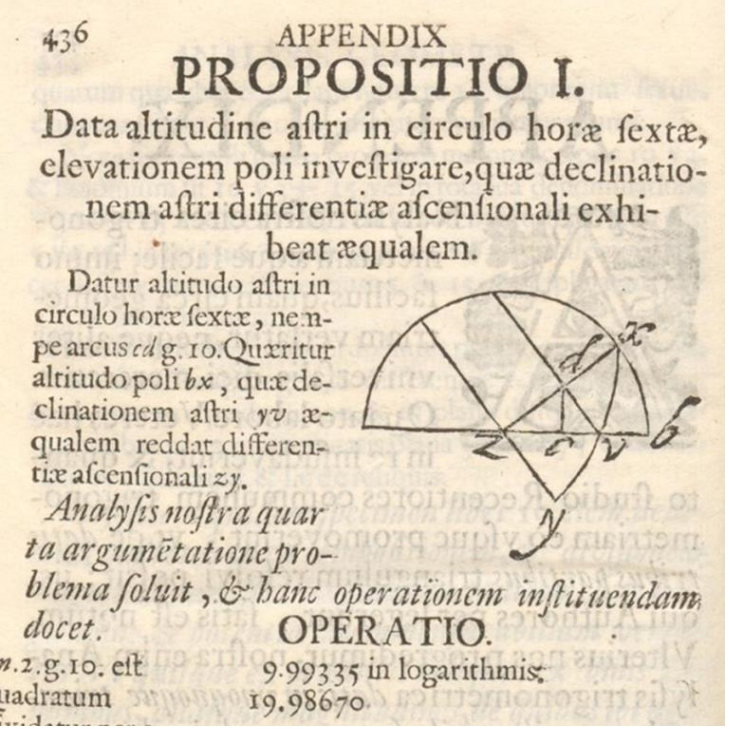
Frontispicio

Antonio Hugo de Omerique (1631-1705)

Matemático gaditano universal, que tuvo el merecido privilegio de haber sido elogiado por Isaac Newton. Antonio Hugo de Omerique nació en Sanlúcar de Barrameda y estudió en el Colegio que la Compañía de Jesús regentaba en Cádiz; debiendo adquirir allí sus primeros conocimientos matemáticos, por boca de profesores como Carlos Powell y Jacob Kresa. Durante su estancia en Cádiz debió entablar relación con José Bonet Campodarve, contador de la Casa de Contratación de Cádiz, por el que sentía tanta consideración que acabó dedicándole su obra más relevante, publicada en el año 1698. No obstante, sus conocimientos matemáticos ya eran evidentes antes de 1689, puesto que así lo refería indirectamente J. Kresa en sus elementos de Euclides; al haber incluido en el libro VI (proposiciones XVII y XXII) dos problemas planteados y resueltos por el sanluqueño. La formación de Omerique se debió completar con el estudio de las obras publicadas por los autores más conocidos de su tiempo, tales como Christophorus Clavius, René Descartes, François Vieta y José Zaragoza, entre otros; todos ellos citados repetidamente en su obra geométrica, al igual que hizo con los clásicos griegos: Apolonio de Pérgamo, Papo de Alejandría y Euclides.

Entre su producción bibliográfica sobresale el libro que se publicó en el año 1698: *Analysis geometrica sive nova et vera methodus resolvendi tam problemata geometrica quam aritmeticas quaestiones*. La obra incorporó una extensa dedicatoria al Ilustri Domino D. Josepho Bonet Campodarve, firmada por su Obsequentisimus Servitor D. Antonius Hugo de Omerique. Dicha dedicatoria va seguida de la correspondiente censura, escrita por el R.A.P. Jacobi Presa (*Societatis Jesu in Collegio Imperiali Matritensi Mathematum Profesoris Regii*); tampoco podía faltar la licencia de la inquisición, dictada en Madrid el 5 de diciembre de 1697. La obra consta de una introducción, cuatro libros y un apéndice; desarrollándose en ellos la temática de acuerdo con el orden siguiente. Introducción) Definición de análisis y síntesis. Resolución de problemas básicos para el resto de la obra; I) Resolución por proporciones; II) Continuación del anterior, III) resolución por comparación de planos; IV) Condiciones de los problemas y Apéndice. Omerique resolvió en este último tres proposiciones, tras comentar la importancia de las contribuciones clásicas, por haber logrado resolver los triángulos conocidos tres de sus elementos (ángulos y lados; incorporando como novedad, por su parte, el cálculo logarítmico. Las dos primeras proposiciones evidenciaron los conocimientos astronómicos de Omerique, pues explicó dos procedimientos para hallar la latitud del lugar (la altura del polo): interviniendo la altura de la estrella en el círculo de la hora sexta (en el primer caso) o bien la hora en que se producía el orto


ANALYSIS
GEOMETRICA
SIVE
NOVA, ET VERA ME-
THODVS RESOLVENDI
TAM
PROBLEMATA GEOMETRICA,
QVAM
ARITHMETICAS QVÆSTIONES.
PARS PRIMA DE PLANIS.
AVTHORE
D. ANTONIO HVGONE
DE OMERIQVE,
SANLVCARENSE.
AD
ILLVSTREM DOMINUM
D. IOSEPHVM
BONET CAMPODARVE.
GADIBVS typis Christophori de Requena,
anno Domini 1698.
CVM PRIVILEGIO.



436 APPENDIX

PROPOSITIO I.

Data altitudine aſtri in circulo horæ ſextæ, elevationem poli inveſtigare, quæ declinationem aſtri differentiæ aſcenſionali exhibeat æqualem.

Datur altitudo aſtri in circulo horæ ſextæ, nempe arcus *cd* g. 10. Quæritur altitudo poli *bx*, quæ declinationem aſtri *yv* æqualem reddat differentiæ aſcenſionali *zy*.

Analyſis noſtra quarta argumētatione problema ſoluit, & hanc operationem inſtituendam docet.

OPERATIO.

n. 2. g. 10. eſt 9.99335 in logarithmis
Quadratum 19.98670

estelar (en el segundo caso). La tercera proposición fue un ejercicio de trigonometría esférica, en el que se obtenían los tres ángulos del triángulo en función de los tres lados.

collectionis.

PROPOSITIO II.

Data horà ortus Aſtri, dataque eius altitudine in verticali primario: elevationem poli, & declinationem Aſtri perſcrutari.

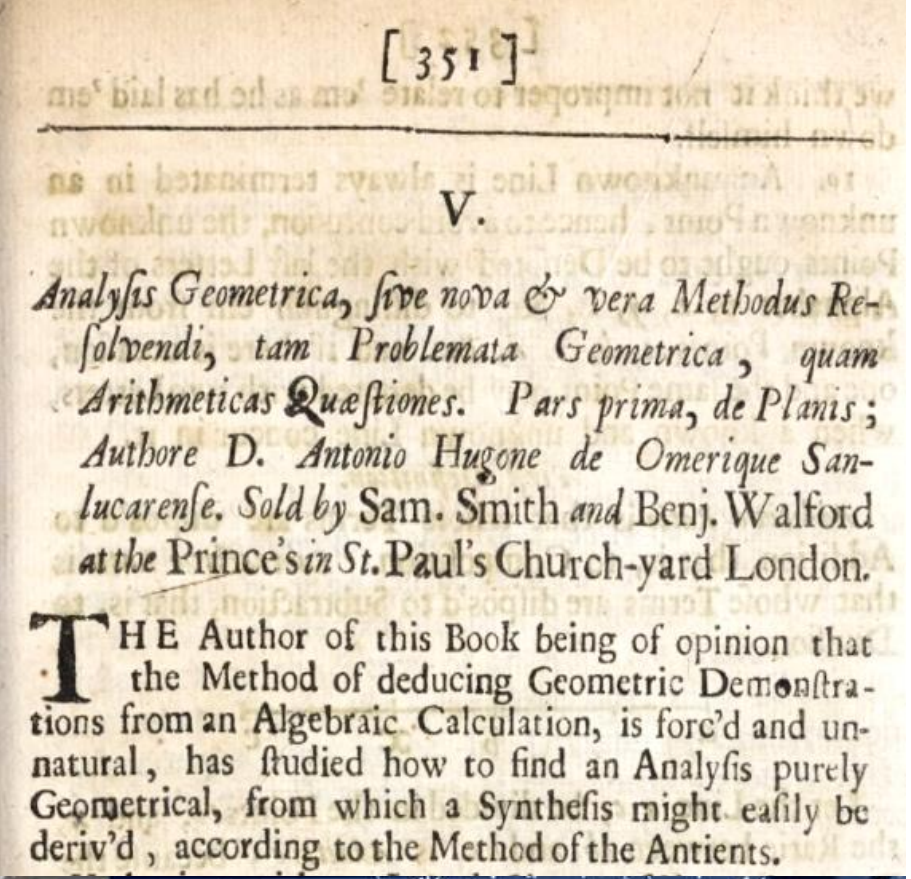
Datur ortus Aſtri in hora quarta, nempe arcus *cd*. g. 30, & altitudo ipſius in verticali primario, videlicet arcus *cq* ponitur g. 22. quæritur altitudo poli *bx*, & declinatio Aſtri *dv*.

Analyſis noſtra quartà argumentatione problema ſolvit, & hanc oſtendit operationem.

OPERATIO.

Sin. 2. g. 22. eſt 9.96716 in logarithmis
Quadratum 19.93432

El mérito del *Analysis Geometricae* de Omerique (Análisis geométrico, o un nuevo y verdadero método para resolver problemas tanto geométricos como aritméticos) es incuestionable, pues intercaló en el texto numerosas figuras (cuando no era lo usual) y fue el mejor que se escribió (en su género) en la España del siglo XVII. Sin embargo, no fue ese el motivo por el que fue tan celebrada, sino el hecho de que fuese referida por Isaac Newton en una carta que escribió en 1699: «…I have look into De Omerique´s Analysis Geometrica & fint it a judicious & valuable piece answering to ye Title. For therin is laid a foundation for restoring the Analysis of the Anciens…»; esto es: «He estudiado el Análisis Geométrico de Omerique y me parece una obra juiciosa y valiosa que responde a su título. Porque en él se sientan las bases para restaurar el Análisis de los Antiguos...». El día 31 de octubre del mismo año, se publicó en la revista *Philosophical Transactions* (*Royal Society*) el artículo titulado: *Analysis geometrica, five nova & vera methodus resolvendi, tam problemata geometrica, quam arithmeticas quæstiones. Pars prima, de planis; Authore D. Antonio Hugone de Omerique Sanlucarense.* Volumen 21. n.º 257, pp: 351-362). En cuyo inicio se rechaza el empleo del álgebra en las demostraciones geométricas por parecerle al autor forzado y antinatural, prefiriendo en cambio abordar esas cuestiones bajo un punto de vista geométrico, más acorde



[351]

V.

Analyſis Geometrica, ſive nova & vera Methodus Reſolvendi, tam Problemata Geometrica, quam Arithmeticas Quæſtiones. Pars prima, de Planis; Authore D. Antonio Hugone de Omerique Sanlucarenſe. Sold by Sam. Smith *and* Benj. Walford *at the* Prince's *in St.* Paul's Church-yard London.

THE Author of this Book being of opinion that the Method of deducing Geometric Demonſtrations from an Algebraic Calculation, is forc'd and unnatural, has ſtudied how to find an Analyſis purely Geometrical, from which a Syntheſis might eaſily be deriv'd, according to the Method of the Antients.

Sanlúcar de Barrameda

con el Método de los Antiguos. El autor de la reseña recordaba que la obra se dividió en cuatro libros, planteando y resolviendo varios de los ejercicios propuestos en el original. Curiosamente se citó junto al título el nombre del establecimiento y el lugar en que se podría adquirir la obra: *Sold by Sam. Smith and Benj. Walford at the Prince's in St. Paul's Church-yard London*. Las referencias a esa obra de Omerique fueron múltiples en los siglos siguientes, llegando hasta el presente; una de las más singulares fue la debida al ilustre profesor Alberto Dou, quien, en 1988, defendía que se debía a una de las obras más profundas, originales e interesantes escritas por autores españoles en los siglos XVI y XVII, «y quizás se puedan añadir los siglos XVIII y XIX».

En realidad, el *Analysis Geometrica* de Omerique es solo la primera parte de una obra más amplia, tal como anunciaba este al señalar que estaba preparando la segunda. Asimismo, en las páginas 434 y 435 de la misma, mencionó que tenía compuestos un tratado de aritmética y dos de trigonometría (posiblemente plana y esférica), aunque se ignore su paradero. Mención especial merece otra de sus obras: *Comercio de las barras de plata. Tablas artificiales para ajustar breve, fácil, y puntualmente el valor de una barra conforme los estilos de España y las Indias,* impresa en Cádiz por la Compañía de Jesús en el año 1691 y que recuerda la actividad del autor como contador del Comercio de Indias.

Alberto Dou i Mas de Xèxas, jesuita, filósofo, Ingeniero de caminos, canales y Puertos, así como Catedrático de Análisis Matemático en la Universidad de Madrid.

Dou, Albert (1988): LAS MATEMÁTICAS EN LA ESPAÑA DE LOS AUSTRIAS. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.1988.

Hugo de OMERIQUE (n. en San Lúcar de Barrameda, Cádiz, 1634; fl. 1698). La obra *Analysis Geometrica* de Omerique y la *Geometria Magna* in minimis de Zaragoza son con toda probabilidad la dos obras de matemáticas más profundas, originales e interesantes de matemáticos españoles durante los siglos XVI y XVII (y quizás se puedan añadir los siglos XVIII y XIX). Es curioso que ninguno de los dos figure en el *Dictionary of Scientific Biography* de Gillispie, aunque esto sólo indique, quizás, cuán deficiente sea la situación de la historia de las matemáticas en España. La palabra "Analysis" del título de la obra de Omerique me parece que depende del título y método de la obra fundamental de Viète "In artem *analyticam* isagoge", quien a su vez la prefiere a "álgebra" y la emplea en el mismo sentido que Proclo cuando habla del método analítico de Euclides como opuesto al apodíctico[22]. P. Peñalver ha estudiado la obra de Omerique, pero se echa de menos un estudio más completo.

quarum quælibet cum dato numero 15 binomium secundum constituet. Neque in integris reperientur plures.

Nota si exempli gratia pro parte maiore accipias 10 √3. & binomium sit 10 √3 + 15, vel in tota sua denominatione √300 + 15: radicem differentia potentiarum partium esse 5 √3. vel in tota sua denominatione √75, semissem videlicet differentiæ coefficientium 5 & 15 multiplicatam per √3. & sic de reliquis.

Hinc manifestus fit tibi ordo huius operationis, sunt enim 10 & 5 semisses aggregati, & differentiæ coefficientium 5 & 15, quorum quadrata 100, & 25 plano differunt 75, quare omnibus per 3 multiplicatis plana 300. & 75 quadrato dato 225 differunt, & sic de reliquis.

Sufficiens quidem specimen libri 10. *elem. dedimus, qui totus circa compositionem, & divisionem magnitudinum, sive longitudine tantum, sive longitudine, & potentia incommensurabilium versatur. Vt quisque ex prædictis reliquas ex binis nominibus, aliasque magnitudines, de quibus ibi agitur, secundum præscriptas conditiones (quæ omnes diminutæ sunt) inquirere possit. A quo nos etiam vltro abstinemus, quia hac de re plura habemus in nostra Arithmetica, quæ nondum prelum subiuit. Et quemadmodum prædicto libro ea Euclides, quæ ad plana pertinebant, finiuit, ita & nos resolutioni problematum planorum finem imponimus.*

D. O. M.

Omnis laus, honor, & gloria.

APPEN-

Páginas en las que menciona Antonio Hugo de Omerique que tenía compuestos un tratado de aritmética y dos de trigonometría.

APPENDIX.

ANalysis nostra circa trigonometriam æquè facilè; immo facilius, quam circa geometriam versatur, neque aliter vniversalis dici mereretur. Quanto labore Veteres hac in re insudaverint, & quanto studio Recentiores communem trigonometriam eò vsque promoverint, vnde *datis tribus partibus* triangulum resolvi possit: ijs, qui Authores per legerunt, satis est notum. Vlterius nos progredimur, nostra enim Analysis trigonometrica *datis in vnoquoque triangulorum tribus quibuscumque conditionibus* mappam statuit, per analogias arguit, brevissimis lineis problema solvit, & per logarithmos calculum instituit. Dum tandem, favente tempore, typis mandatur, vnum, vel alterum exemplum (quoad calculum) curiosis porrigere placet.

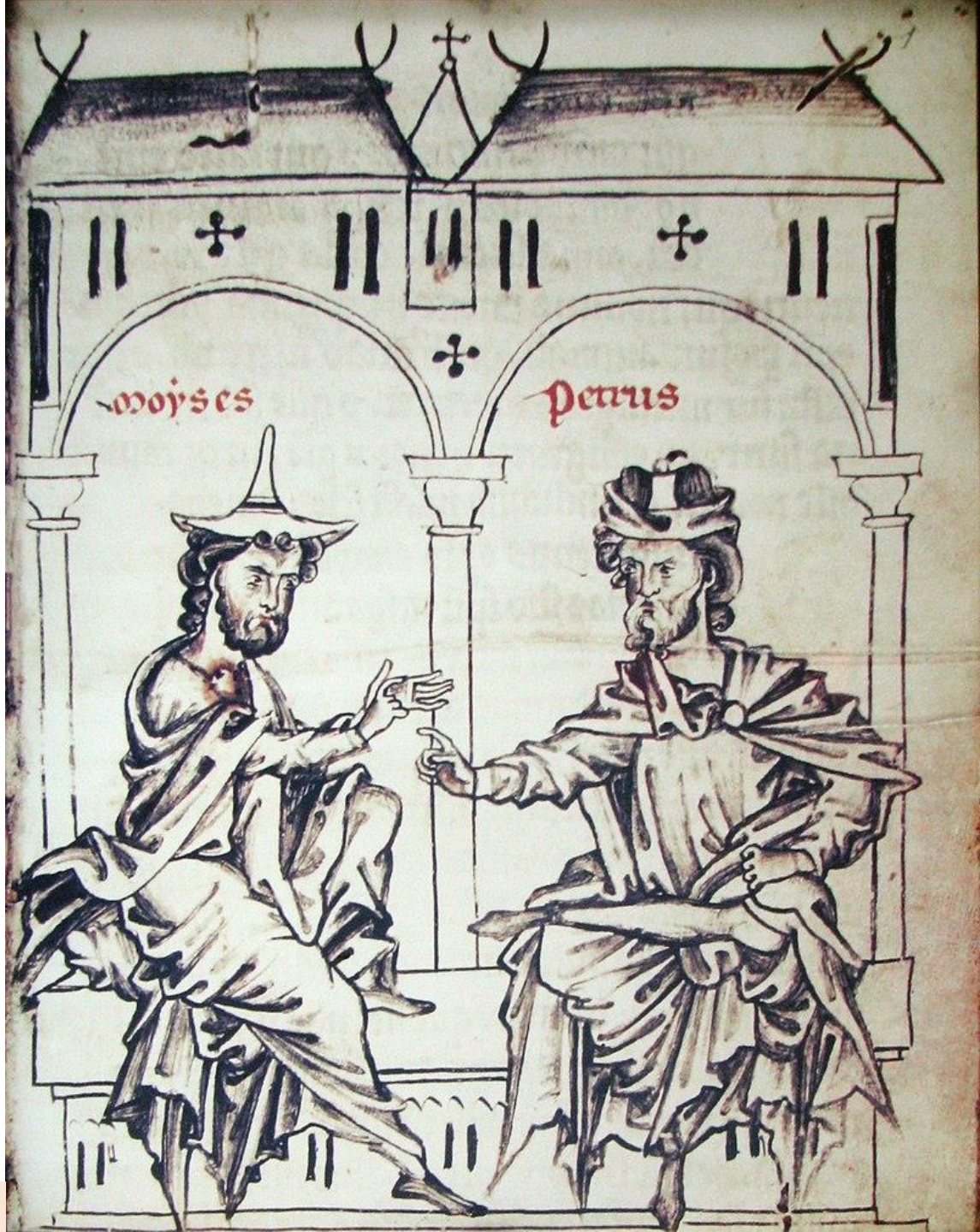
1493

Pedro Alfonso (1062-1140)

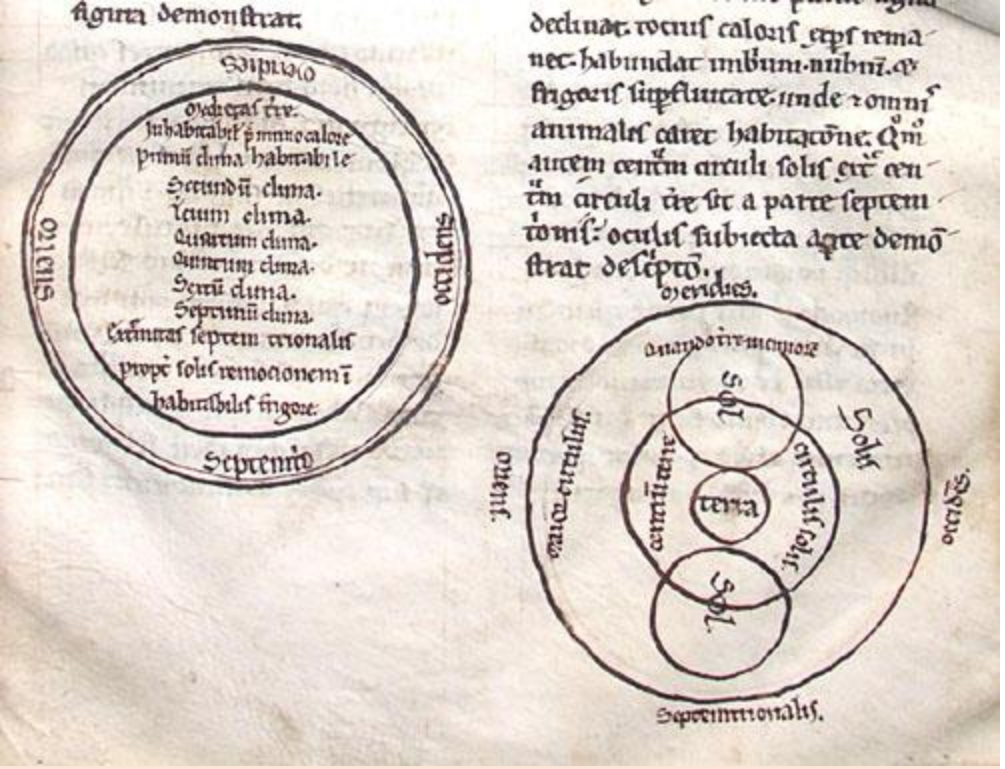
Médico sefardí y oscense que fue astrónomo afamado, contribuyendo con sus enseñanzas al desarrollo cultural en la Europa del siglo XII. Nació en el seno de una familia judía que le puso de nombre Moisés, manteniéndolo hasta que en el año 1106 decidió convertirse al cristianismo; siendo bautizado como Pedro Alfonso. El nombre no fue casual, pues la ceremonia se celebró coincidiendo con la onomástica del santo y el padrino fue el propio rey Alfonso I el Batallador, su principal mentor. Como era de esperar su conversión fue muy criticada por sus antiguos correligionarios, los cuales llegaron a tacharlo de traidor e ignorante de la ley, un hecho que explica por si mismo que escribiese en su defensa su archiconocido diálogo contra los judíos; P. Alfonso no solo criticó la religión judía, sino que también lo hizo con la islámica, pues estaba al tanto de todos sus preceptos. Una de las versiones latinas fue la siguiente: *Dialogi, in quibus impiae iudaeorum opiniones evidentissimis cum naturalis tum caelestis philosophiae argumentis, confutantur, quaedamque prophetarum abstrusiora loca explicantur (Dialogus Petri cognomento Alphunsi, ex iudaeo christiani, et Moysi Iudaei)*, cuya traducción podría ser la siguiente: *Diálogos en los que se refutan las opiniones impías de*

los judíos con los argumentos más evidentes de la filosofía natural y celestial, y se explican algunos de los pasajes más abstrusos de los profetas. Los dos interlocutores fueron el propio autor (Pedro Alfonso) y su otro yo sefardita, (Moisés); al que se refirió en estos términos: «Desde la tierna edad de mi infancia tuve cierto amigo perfectísimo muy unido a mí, de nombre Moisés, el cual había sido mi compañero y condiscípulo desde la primera edad».

Aunque en el contenido del Diálogo (o Diálogos, pues figuran doce) primaran las cuestiones religiosas, fueron numerosas las reflexiones de otro tipo que fueron incluidas y que evidenciaron la condición de erudito del protagonista. Múltiples referencias así lo manifiestan, de una u otra forma, como por ejemplo la que realizó en 1992 el profesor y sacerdote José González Luis en su artículo *El Dialogus de Pedro Alfonso* (Universidad de la Laguna): «En este aspecto incorpora al debate nuestro autor una tal cantidad de conocimientos de origen variado, sea del campo de la astronomía, geografía, meteorología, antropología, psicología, sea de investigación lingüística, historia, filosofía, etcétera, que su diálogo se convierte en venero de



Copia del Diálogo, datada en el siglo XIII. Bruges, *Grootseminarie Ten Duinen*, Manuscript 26/91

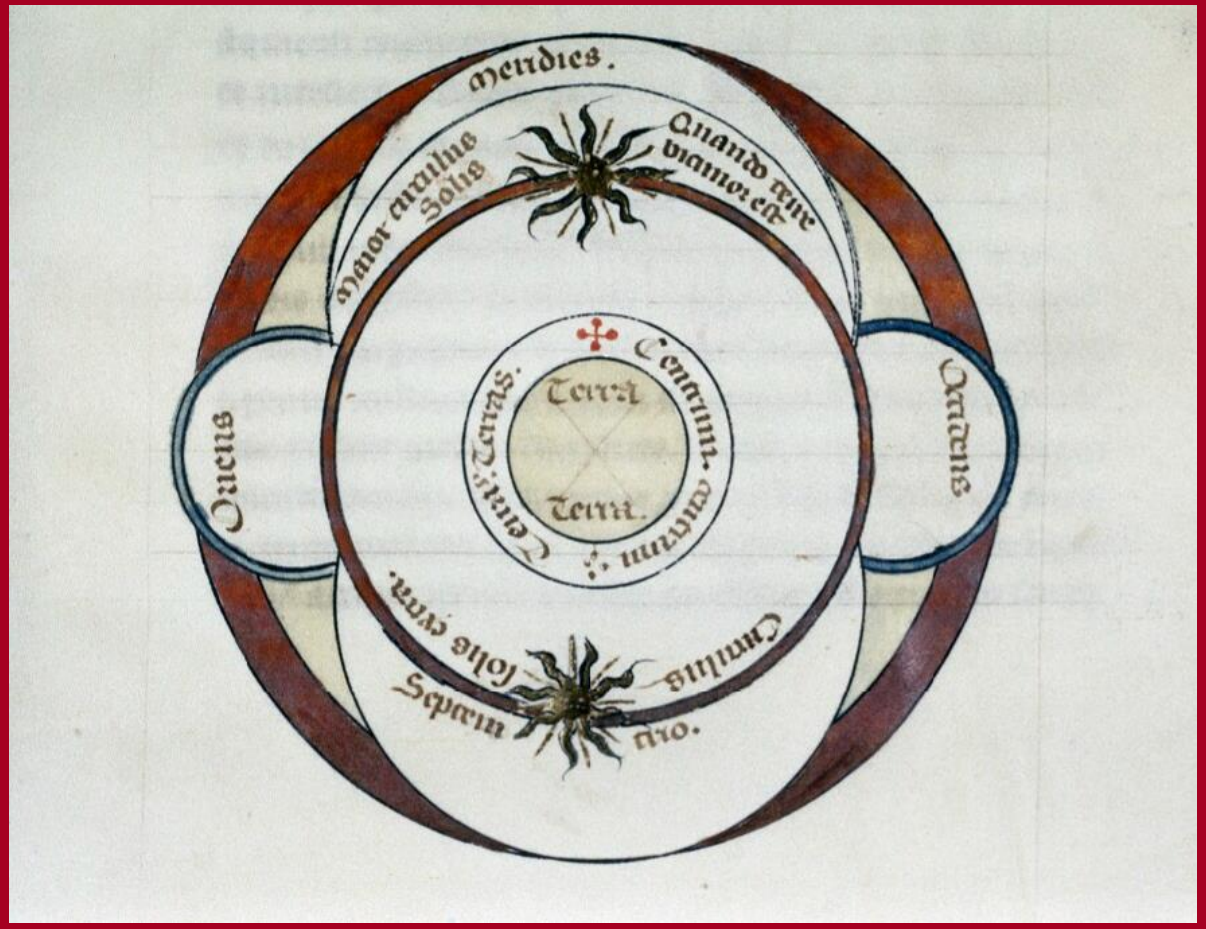


Dialogus adversus Judaeos, principios del siglo XIII. *MSD11. St. John´s College* de la Universidad de Cambridge.

conocimientos». De hecho, las ilustraciones que suelen acompañar a los diversos manuscritos de la obra también hacen patentes los conocimientos científicos del autor. Junto a estas líneas se reproducen dos diagramas de la Tierra, mostrando el de la izquierda los siete climas clásicos en donde se hallaban las zonas habitadas, en vueltas por el océano primigenio, en donde se marcaron las cuatro direcciones cardinales: *Meridies, Occides, Septentrionalis, Orient*; situando el Sur en la parte superior, por la influencia islámica. El otro diagrama es más astronómico que geográfico, pues representa el movimiento relativo y diurno del Sol alrededor de la Tierra; mediante una especie de proyección ortográfica geocéntrica, marcando las posiciones del Sol al pasar por el meridiano (esa segunda imagen se presta a la confusión, ya que en la mayoría de los lugares solo es visible la culminación superior del Sol; solo en las regiones del círculo polar podrían divisarse las dos en los días en que el Sol diese la vuelta por el círculo del horizonte). En la página siguiente se presentan, por separado, dos imágenes análogas a las de esta, las cuales ilustran el manuscrito *Dialogi duodecim cum Moyse Judae*, datado en el tercer cuarto del siglo XIV, custodiado en la *Bodleian Library* de Oxford. El mapamundi zonal de unos 9 cm de diámetro, también tiene el Sur en la parte superior y representa en su mitad meridional un esquema de la ciudad de Aren.

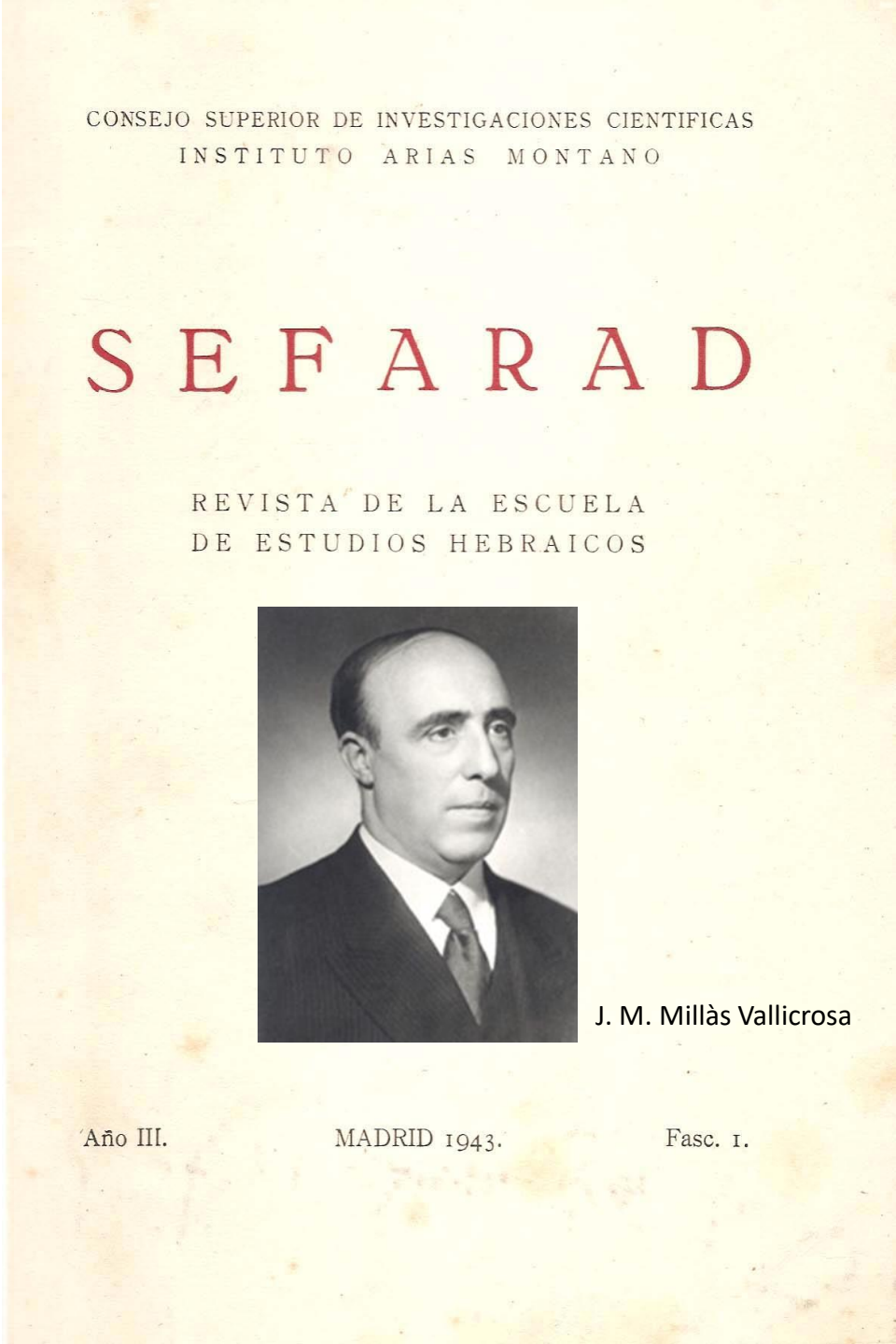
No se puede asegurar en qué fecha escribió Pedro Alfonso el Diálogo, aunque debió ser en torno al año 1110, ni donde la hizo, pensando ocasionalmente que bien pudo ser en el norte de Francia o de Inglaterra, países que visitó

DIALOGI DUODECIM CUM MOYSE JUDIAE Petrus Alfonsus



Bodleian Library (Laud. Misc. 356. fol 120 r)

en esa época y en los que se encuentran la mayoría de las copias manuscritas de esa obra. En Inglaterra parece que fue médico del rey Enrique I y profesor de astronomía de alumnos tan relevantes como Walcher de Malvern o Adelardo de Bath, dándose la circunstancia de que el saber de su maestro fue transmitido, en gran parte, en los escritos de estos. El eminente profesor José María Millàs Vallicrosa, especialista en la figura y obra de P. Alfonsus, reveló en su trabajo *La Aportación astronómica de Pedro Alfonso* (Sefarad. Revista de Estudios Hebraicos y Sefardíes. 1943, pp: 65-105), que el primero de ellos presentó, en el año 1120, el trabajo titulado *Sententia Petri Ebrei, cognomento Anphus, de Dracone, quam Dominus Walcerus prior Maluernisis ecclesie in latinam transtulit linguam* (La sentencia de Pedro el judío, apellidado Anphus, sobre el Dragón, que el señor Walcerus, prior en la iglesia de Maluernis, tradujo a la lengua latina). La obra en cuestión fue una especie de tratado en el que explicó principalmente el modo de hallar la posición del Sol, la Luna y sus nodos, con vistas al cálculo de los eclipses; con la particularidad de que hizo alusión a las tablas astronómicas de al-Jwarizmi, que había traducido Pedro Alfonso, y a las consultas sobre cuestiones astronómicas que hizo a este, al que consideraba su maestro. Entre dichas cuestiones debió figura el problema de la longitud, pues el oscense ya sabía que la diferencia de longitudes entre dos lugares equivalía a la diferencia entre las horas


CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
INSTITUTO ARIAS MONTANO

SEFARAD

REVISTA DE LA ESCUELA
DE ESTUDIOS HEBRAICOS

J. M. Millàs Vallicrosa

Año III. MADRID 1943. Fasc. 1.

Dios creando el Sol, la Luna y las estrellas del firmamento. Jan Brueghel el joven

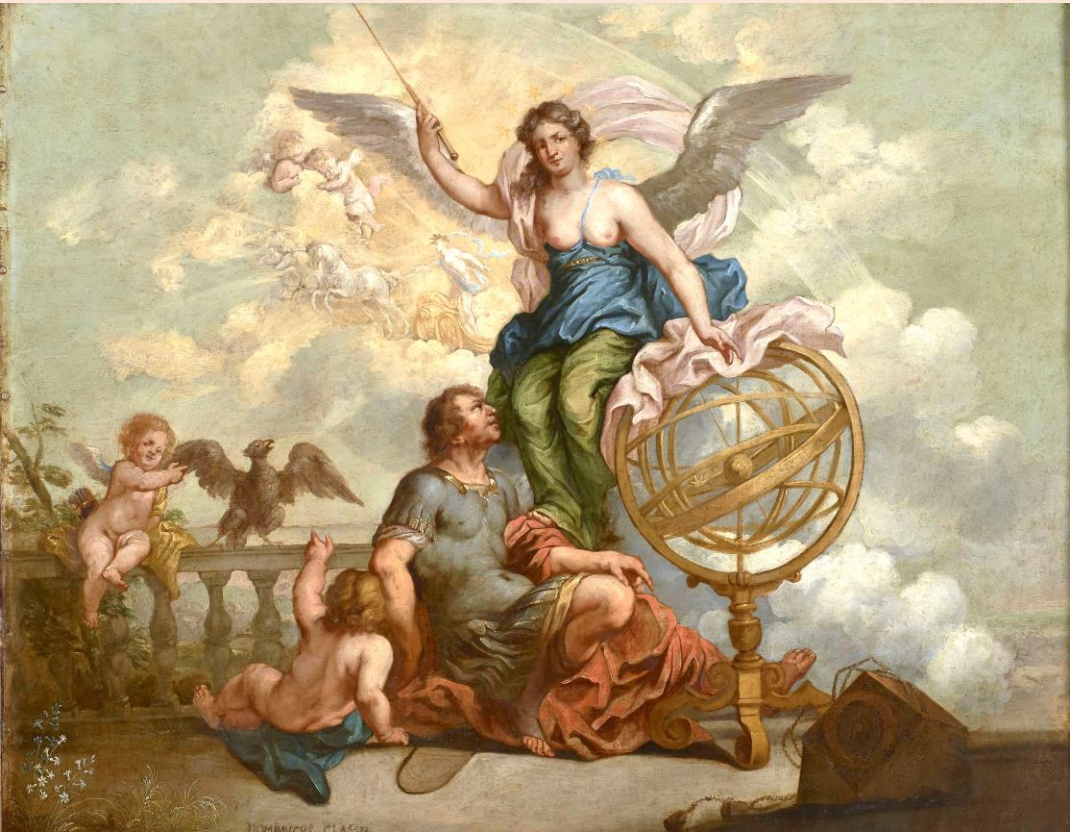
respectivas, y que estas podrían determinarse observando simultáneamente un eclipse desde dichos lugares; el propio Walcher había observado mientras estuvo en Italia varios eclipses, y que uno lunar observado allí poco antes del amanecer, se había visto en Inglaterra en mitad de la noche. Millàs Vallicrosa resumía magistralmente el resto de las cuestiones de cálculo cronológico o astronómico expuestas por Walcher: «bástenos poner de relieve el magisterio directo de Pedro Alfonso sobre Walcher, las fuentes árabes de la doctrina astronómica que profesaba sobre el movimiento del sol y de la Luna especialmente, así como las teorías entonces adoptadas para explicar la duración del año trópico y el movimiento de los equinoccios, es interesante advertir las reacciones que esta nueva ciencia astronómica, enseñada por Pedro Alfonso, provoca en su discípulo Walcher, así como las dificultades que en la mente del discípulo surgían al notar la discrepancia entre dicha ciencia oriental y el viejo sistema de cronología y cosmografía de tradición latino-eclesiástica que hasta entonces se había empleado en el Occidente europeo».

En el mismo artículo del ilustre profesor y traductor gerundense se citan dos manuscritos más, uno del Corpus Christi College de Oxford y otro del British Museum (Arundel 270), que guardan relación con Pedro Alfonso, en tanto que ambos contienen el pasaje: *Dixit Petrus Aufulsus, seruus Ihesu Xristi, translator huius libri*…; cuyo desarrollo sirve de introducción o presentación de las Tablas de al-Jwarizmi. Su texto es una especie de carta dirigida a los

franceses interesados en el estudio de las ciencias, señalando qué de todas las artes, la astronomía es de la más útil pues «la misma medicina depende de ella, ya que la Astronomía estudia el curso del tiempo, del cual los seres creados y los mismos organismos vivos tanto dependen». Pedro Alfonso alegaba que él había cultivado esos estudios con toda diligencia, pudiendo ofrecerles el tesoro de su experiencia, «no sea qué a los aludidos estudiantes, fijándose de la fama de algún maestro o de algún autor, por ejemplo, Macrobio, les falte dicha base experimental que es tan necesaria». Apuntaba luego Millàs Vallicrosa que ese texto podría haber sido escrito por el oscense hacia el año 1120, después de abandonar Inglaterra, y que después de él seguiría el verdadero prólogo de su obra astronómica. El autor comenzó haciendo el canto de rigor a la divina creación, que adornó los cielos con sus astros y ángeles, y la Tierra con los diversos géneros de plantas y animales; mencionado a continuación la influencia de los seres celestes sobre las criaturas terrestres, como «se puede ver en los efectos del curso del Sol y en los cambios que produce según se mueva de un equinoccio a otro o de uno a otro solsticio». Proseguía el relato con una curiosa referencia al fenómeno de las mareas, asociado a «los cambios producidos por el curso de la Luna», y a los meteorológicos, como el viento y las lluvias.

Frontispicio de la obra de Macrobio, el cual aparece recostado. En parte superior figura un sabio explicando los símbolos planetarios, enmarcados por una corona circular; situada esta entre las imágenes del Sol y la Luna. Otro detalle a destacar es el gran globo celeste, con banda zodiacal, y peana. *British Museum.*

La Astronomía. Domenicus Claessens, pintor y grabador flamenco del siglo XVII



Citó después las influencias de otros astros, los planetas, sobre todo, «a pesar de que estas influencias escapan al vulgo de la gente, es el hombre quien las registra y si bien algunas son muy recónditas e inexplicables, ello se debe a nuestra propia limitación». Tras ello, mencionó a las criaturas terrestres, dividiéndolas en racionales e irracionales: otorgándole a las primeras la inteligencia suficiente para conocer la obra del creador y poder ensalzar así el nombre de Dios. Los seres celestes fueron clasificados en espirituales y corporales, siendo el análisis de los segundos el fin último de la Astronomía, clasificándola, de acuerdo con la costumbre de entonces, en las tres partes siguientes: I) La ciencia que estudia la cantidad y forma de los círculos del firmamento, II) La ciencia que estudia el movimiento de los astros y círculos del firmamento y III) La ciencia de las propiedades astrológicas de los círculos celestes. Finalizó esta introducción, reconociendo las fuentes egipcias, persas y árabes en que basó la obra para que superase a las previas: «et quia uolo ut hic liber predutis omnibus clareat». Desgraciadamente solo figuran en esos manuscritos los cuatro primeros capítulos de las Tablas astronómicas de Pedro Alfonso: tratando en el primero de los años y meses empleados por los árabes, mientras que en el segundo se hizo lo propio con sus homólogos persas. Análogamente, en los dos siguientes se comentaron los años y meses latinos, y egipcios. Millàs Vallicrosa hizo sabe que esta obra de Pedro Alfonso debió influir posiblemente en la traducción que realizó su alumno Adelardo de Bath de la obra de al-Jwarizmi; aunque en este caso el trabajo del alumno superase al del profesor. Como colofón de su artículo, izo un merecido elogio del astrónomo de Huesca: «Él

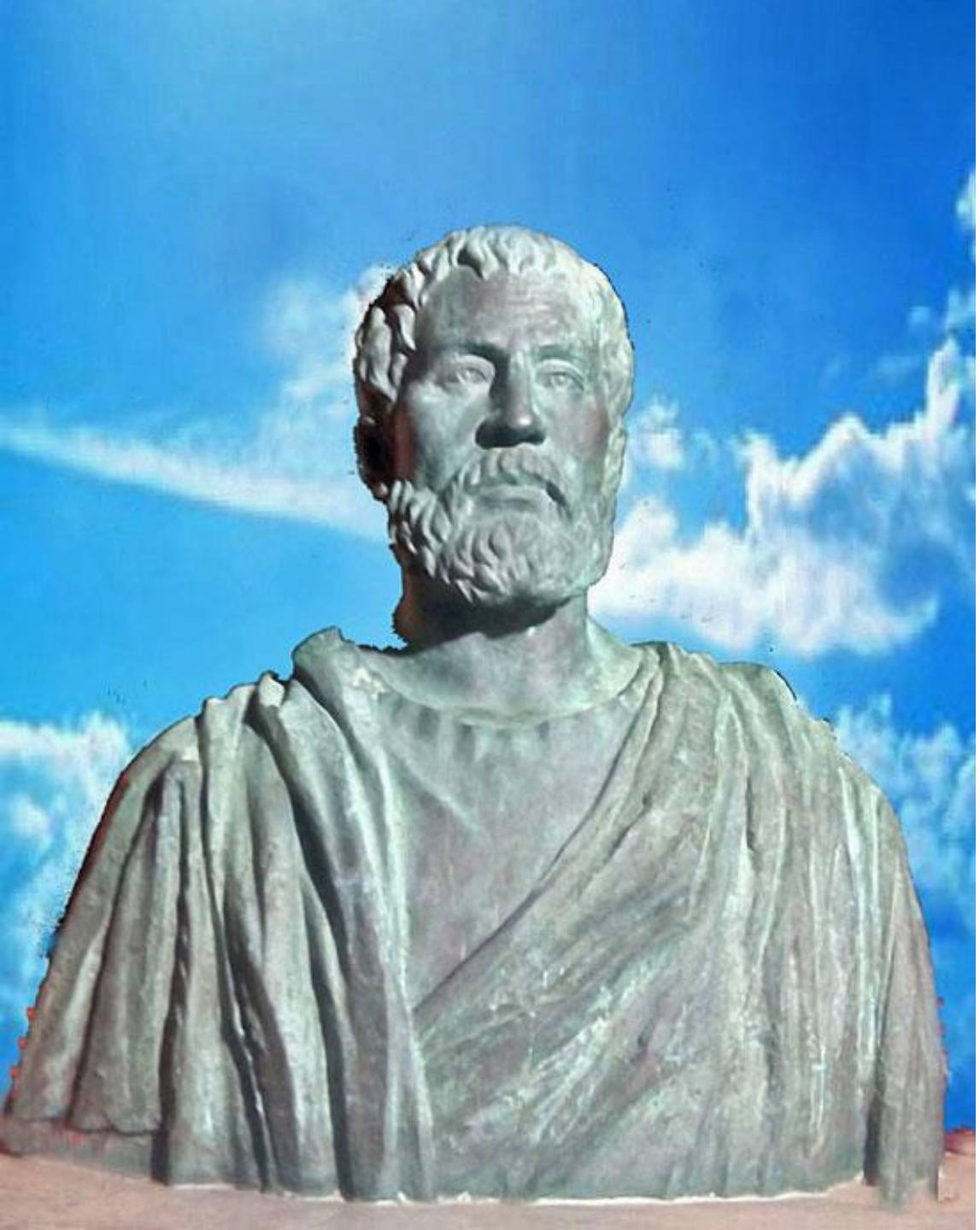
fue uno de los primeros que alzó en Europa el estandarte de la nueva ciencia, de aquella ciencia oriental que sabía proceder por la vía de la observación, que medía matemáticamente los movimientos de los astros, que ofrecía una técnica muy perfecta en sus instrumentos astronómicos: astrolabios, cuadrantes, relojes, etc….En fin, podríamos decir que hallamos en él…los primeros atisbos de una luz que venía a disipar las sombras de aquellos siglos de la alta Edad Media, en los cuales la tradición cultural parecía que estaba amenazada de muerte».

Astrolabio toledano del siglo XI

Cuadrante inglés de 1399

Fragmento de un reloj de Sol

Museo Arqueológico de Córdoba



Pomponio Mela (fin siglo I a.C. – 47 d.C.)

Geógrafo hispanoromano autor de la primera descripción del mundo realizada en el imperio, la cual fue referencia obligada durante más de mil quinientos años, habiendo constancia de su consulta en la época de los grandes descubrimientos.

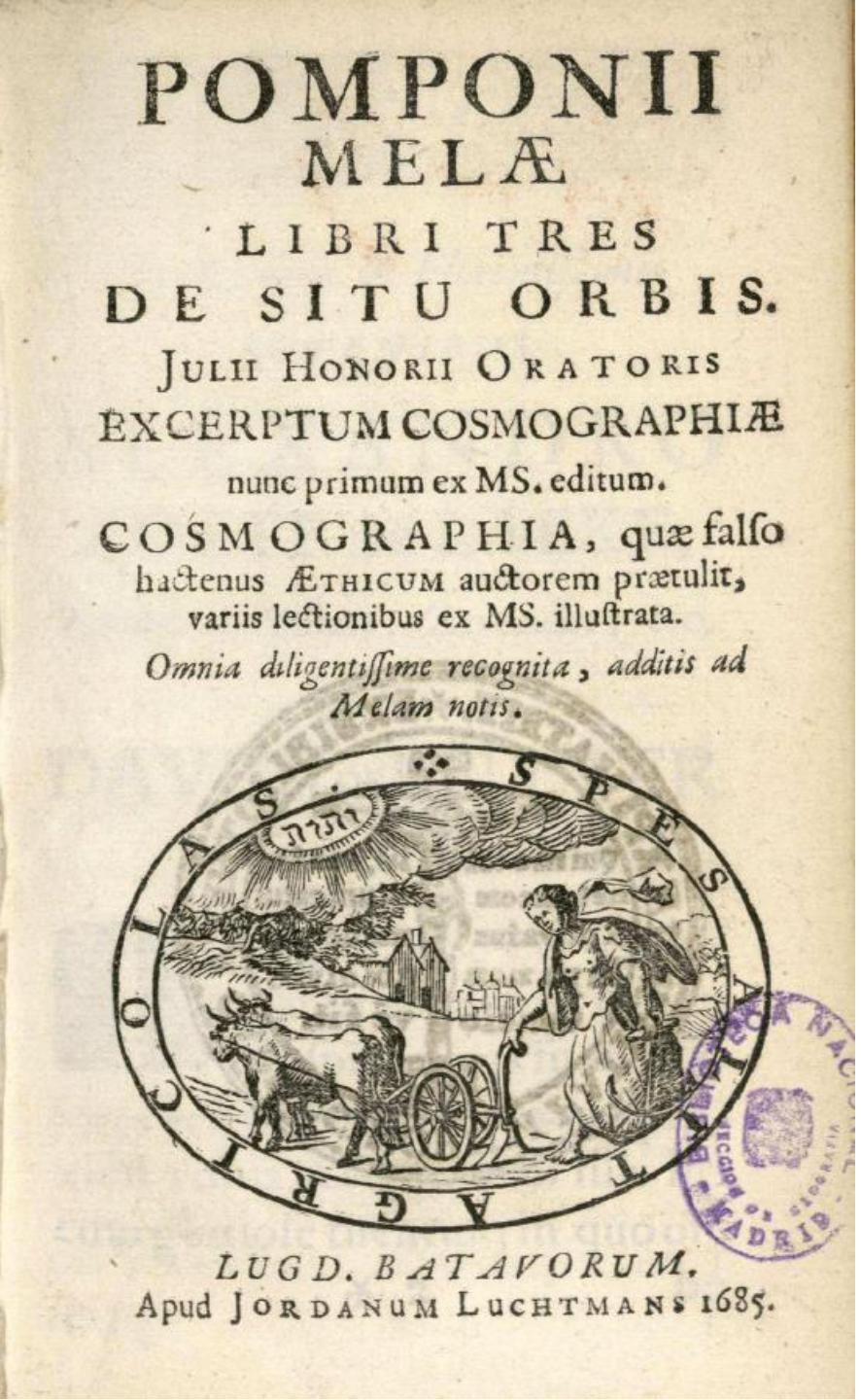
Pomponio Mela nació en la Betica, concretamente en alguna localidad de la bahía de Algeciras, por los comentarios de su propia obra pudo ser Tingentera o Cingentera, aunque es difícil de fijarla con seguridad. Tampoco se sabe nada de su vida, si bien parece, por otro pasaje de su obra, que destacó en la época del emperador Claudio; más seguro es que debió escribirla después de las campañas de Augusto en Hispania, pues citó a dos ciudades de Cantabria que habían sido bautizadas con el nombre de su conquistador. Se aprecia en su obra la influencia de los grandes autores griegos, como Eratóstenes, aunque P. Mela se aleja del modelo tradicional al afirmar que en la zona templada más meridional había habitantes inaccesibles para los de la parte más septentrional, por la imposibilidad de atravesar la zona tórrida. Otra de las novedades que aportó fue una descripción más fiable de la Europa Occidental y de las islas Británicas, de hecho, fue el

primero en citar a las Islas Orcadas (al norte de Escocia). La notoriedad de Mela se debe posiblemente a que fue Plinio, el viejo, lo refirió en su Historia Natural como autoridad geográfica.

No obstante, todos los textos de Pomponio Mela eran desconocidos hasta que, en el año 1330, Francesco Petrarca descubrió su célebre *De Chrographia* (también referida como *De situ Orbis*) en la ciudad de Avignon. En el texto no figuró ningún mapa, aunque se sospeche que al hacer la descripción del orbe tuviese a la vista el del general Marco Vipsanio Agripa, el cual estuvo expuesto en el Pórtico Vipsania (Campo de Marte), llamado así en honor de su hermana Vipsania Polla; el mapa con forma de clámide, era conocido con el nombre de *chorographia*, fue evocado por Pomponio en el título de su obra. Petrarca quedó tan encantado con el texto de esta que mandó hacer copias para enviárselas a sus conocidos, entre ellos a Giovanni Boccaccio, asegurando así su difusión antes de que se publicase por primera vez en Milán (1471): *Cosmographi Geographia: Prisciani quoque exdionysio Thessalonisensi de situ orbis.* En cualquier caso, Pomponio

El mapa de Agripa según Estrabón

Frontispicio

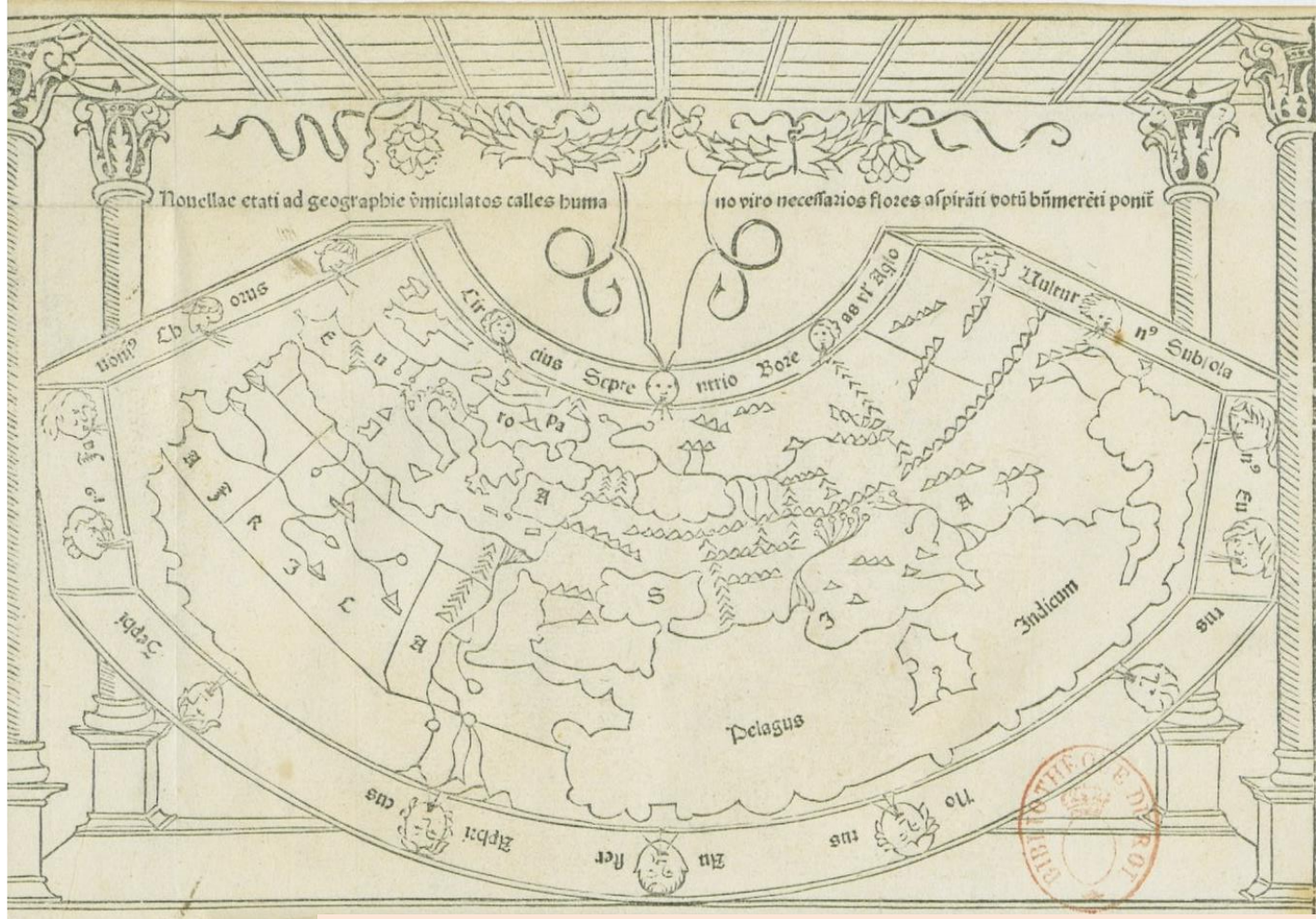

POMPONII
MELÆ
LIBRI TRES
DE SITU ORBIS.
JULII HONORII ORATORIS
EXCERPTUM COSMOGRAPHIÆ
nunc primum ex MS. editum.
COSMOGRAPHIA, quæ falso hactenus ÆTHICUM auctorem prætulit, variis lectionibus ex MS. illustrata.
Omnia diligentissime recognita, additis ad Melam notis.
SPES
AGRICOLAS
LUGD. BATAVORUM.
Apud JORDANUM LUCHTMANS 1685.

Mela concibió un mundo rodeado de agua, al igual que hicieron los babilonios, en su mapamundi, con el río amargo; modelo que se repetiría hasta la saciedad durante la Edad Media con los mapas de T en O. En su descripción del mundo se contemplaron cinco zonas climáticas (dos frías, dos templadas y una tórrida), siendo la templada septentrional la única conocida. Asimismo, dividió el mundo en dos mitades, una al este y otra al oeste, a las que llamó hemisferios. El relato comienza y termina en las Columnas de Hércules, una especie de circunnavegación en la fue refiriendo indistintamente los accidentes geográficos, los pueblos, las plantas y los animales: tras recorrer la costa Atlántica de Hispania, llegó a Gran Bretaña, atravesando después el norte de Europa, Asia y China, alcanzando el océano Índico y el mar de Arabia, y rodeando África hasta regresar a Gibraltar. Por el propio texto, se deduce que los tres volúmenes de Pomponio Mela, debieron ser escritos en torno a los años 43 y 44 de nuestra era, es decir bajo el mandato del emperador Claudio (*Tiberius Claudius Caesar*).

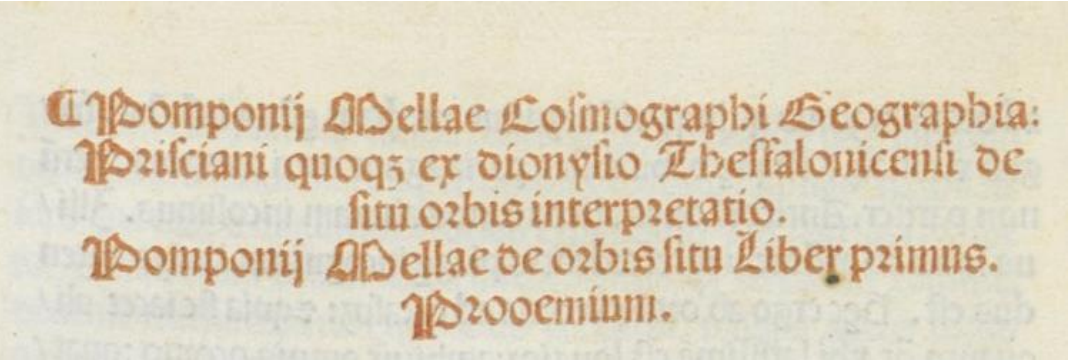
A pesar de que en el primer manuscrito conocido de Pomponius Mela no figurase mapa alguno, en las múltiples ediciones y traducciones que se hicieron del mismo si fueron apareciendo mapas ficticios, producto de la imaginación de sucesivos editores, traductores y autores en general. La serie parece haberse iniciado en Venecia el 18 de julio de 1482, con la

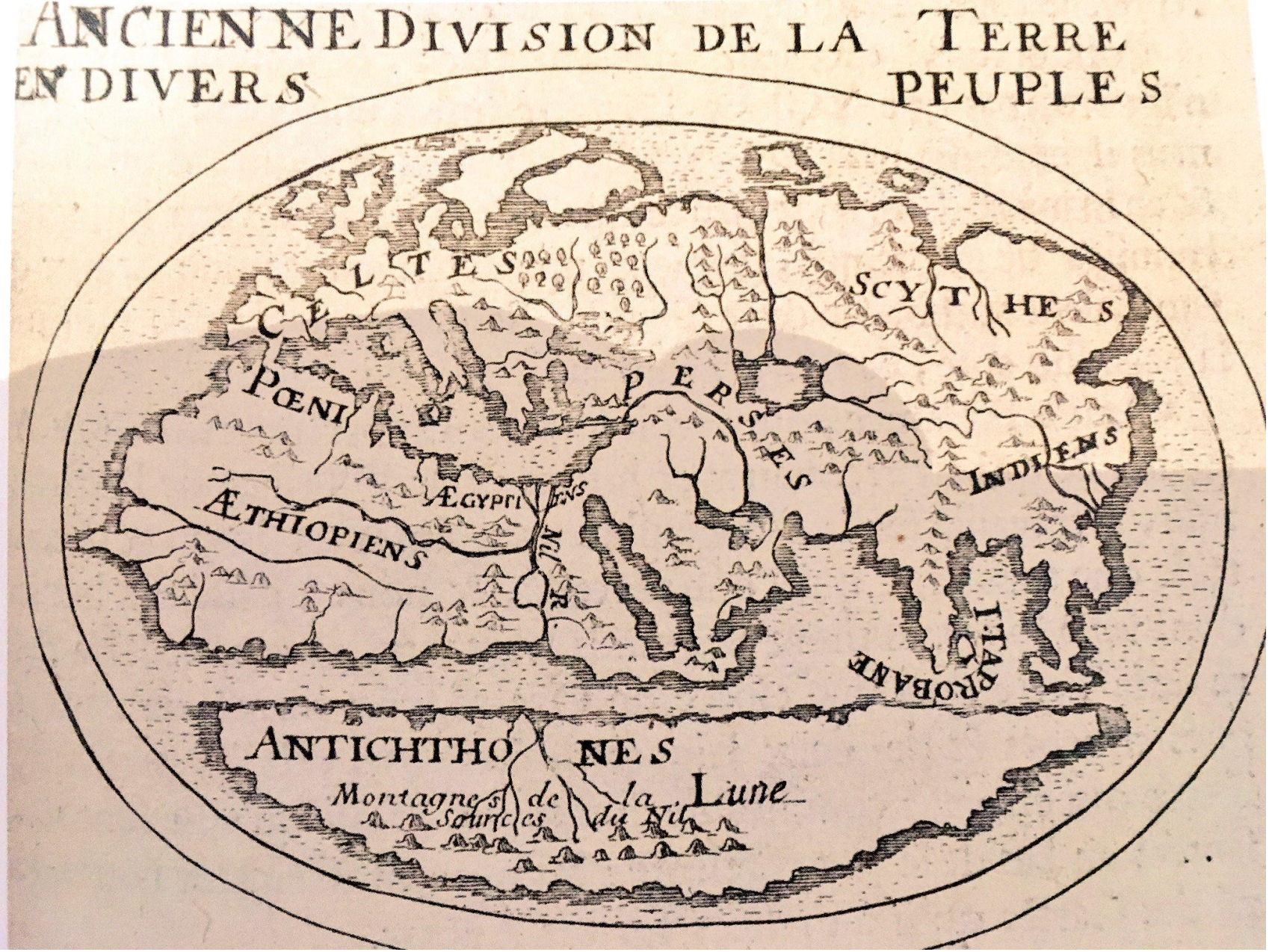
publicación preparada por el prestigioso impresor alemán Erhard Ratdolt; ocupando el mapa el frontispicio de la obra; posiblemente fuese él quien dibujara el mapa, al igual que había hecho en otras ocasiones. La representación presenta la novedad de incluir los primeros descubrimientos de los portugueses por el litoral atlántico de África, que seis años después llevarían a doblar el Cabo de Buena Esperanza (Bartolomé Díaz. 1488); la influencia de los mapas que supuestamente acompañaron a la Geografía de Tolomeo es manifiesta, ya que fue una reducción del mapamundi de Tolomeo compuesta por N. Germanus. Su mayor importancia radica en que fue el primer mapa, distinto de los medievales de T en O, que ilustró un texto geográfico.

Otro de los mapas que merece ser referido fue el que dibujó en 1628 el cosmógrafo flamenco Pieter de Bert (Petrus Bertius): *Orbis terrarum ex mente Pomponii Melae*, claramente influenciado por el relato que hizo este del continente austral; la idea



Erhard Ratdolt. Autor del primer mapa que ilustró la obra de Pomponio Mela, publicada en Venecia el 18 de julio de 1482.


C Pomponij Mellae Cosmographi Geographia:
Prisciani quoqꝫ ex dionysio Thessalonicensi de
situ orbis interpretatio.
Pomponij Mellae de orbis situ Liber primus.
Prooemium.



de ese hipotético continente ya fue defendida en siglo antes por Crates de Malos, para equilibrar el del hemisferio septentrional. Pomponio Mela consideró que ambos continentes estaban separados por un océano hirviente e infranqueable, por la existencia de la zona tórrida. En algunas versiones de este mapa se llegó a dibujar en el continente meridional (*Antichthones Veterum seu Alter Orbis*), las míticas Montañas de la Luna, donde se suponía que estaba el nacimiento del Nilo. La noción de equilibrio antípoda y de equivalencia entre las masas continentales a uno y otro lado del ecuador siguió vigente hasta el Renacimiento, siendo entonces cuando cartógrafos tan afamados como Mercator y Ortelius la plasmaron en sus mapas como *Australis incognita*; origen evidente del homónimo actual. El interés por las representaciones del mundo descrito por Pomponio Mela continuó en los siglos siguientes, publicándose en el año

ORBIS TERRARUM EX MENTE POMPONII MELÆ DELINEATUS

A P. BERTIO Christianissimi Regis Geographo

DESCRIPTION du MONDE selon le sentiment de POMPONIUS MELA dessinee p.r M.r BERTIUS Geogr. du Roi. &c.

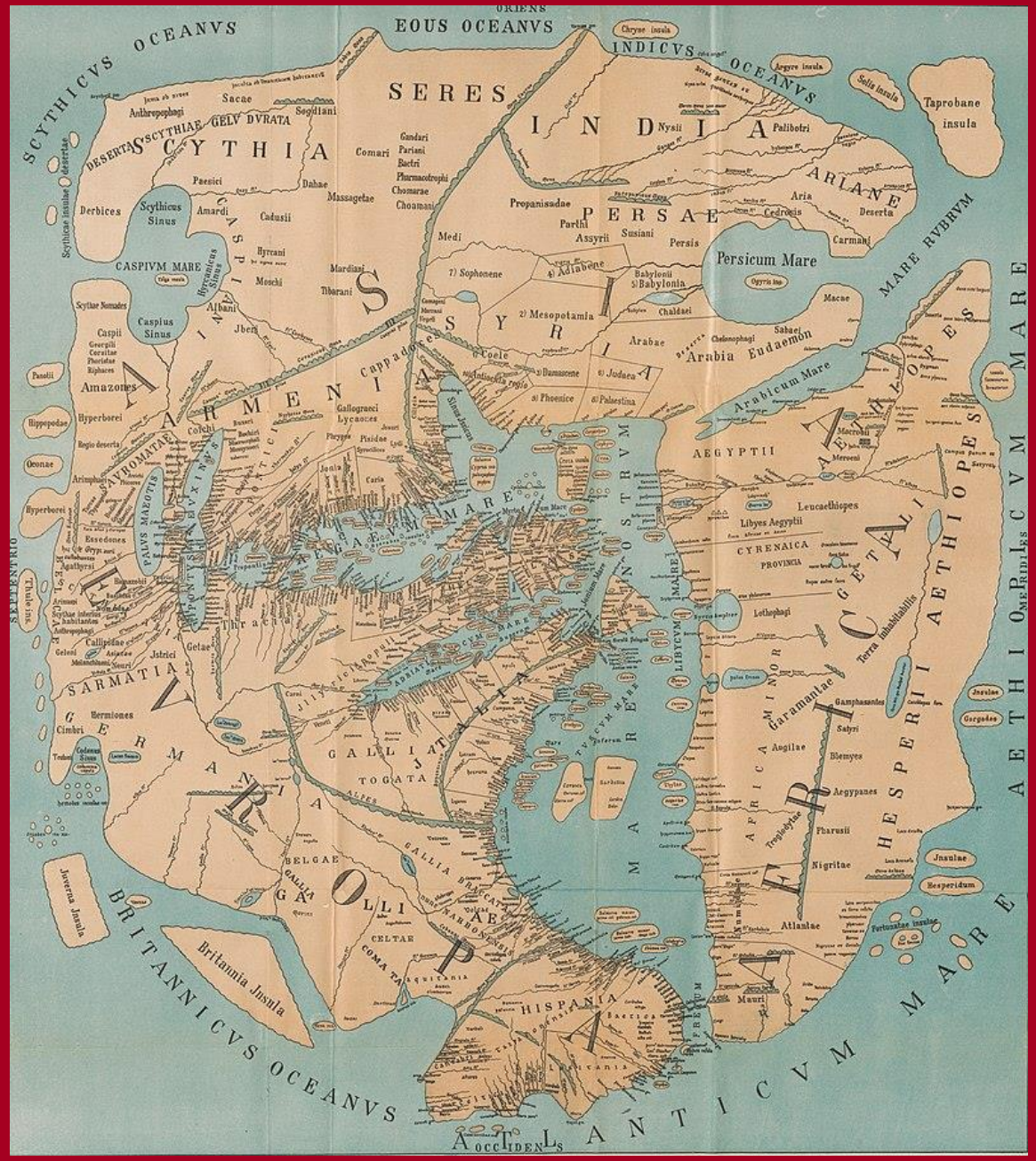
Pomponius Mela ancien Geog florissoit du tems de l'Empereur CLAUDE CÆSAR.

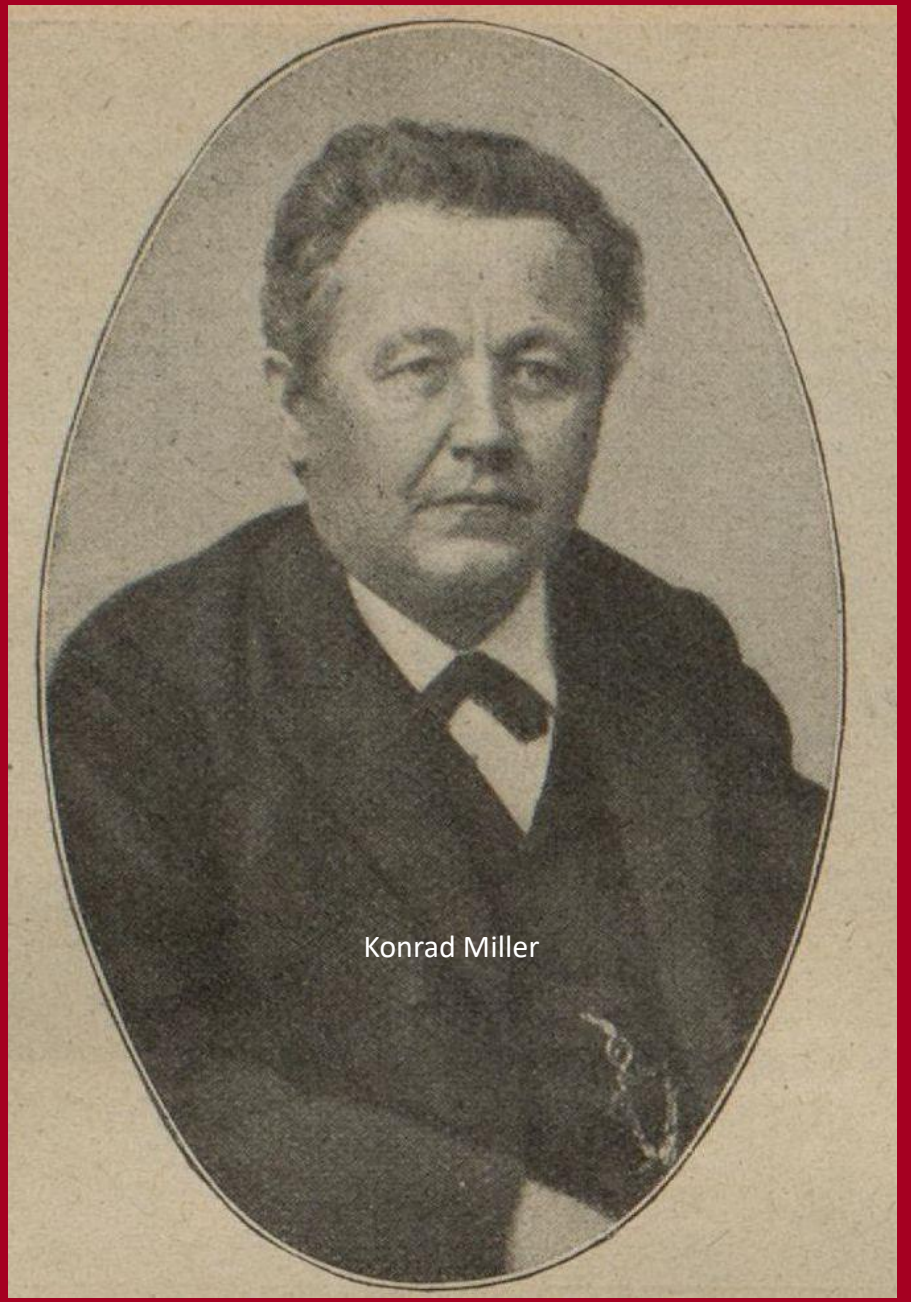
POMPONIUS MELA antiquissimus geographus floruit. Claudii Cæsaris temporibus hec opus delineabat PETRUS BERTIUS.

A PARIS chez le S.r SANSON Geog. du Roi rue Froimanteau. anno CIↃ IↃ CXXVIII

PETRUS BERTIUS COLLEGII ILLUSTR. ORDINUM REGENS.

De Sito Orbis habitabilis ad mentem Pomponii Melae





1898 un nuevo mapa: *De Sito Orbis habitabilis ad mentem Pomponii Melae*, firmado por el cartógrafo alemán Konrad Miller. La imagen guarda semejanza con los mapas medievales de T en O, sobre todo por la inclusión del océano periférico y los rótulos de los tres continentes: Europa, Asia y África; figurando el Este en el extremo superior del mismo.

LA
GEOGRAPHIA
DE
POMPONIO MELA,
QVE
TRADVXO DE LATIN EN
Castellano el Licenciado Luis Tribaldos de Toledo, Chronista mayor de las Indias por su Magestad, ilustrandola con notas, y nombres modernos de lugares, montes y rios, &c. correspondientes oy á los antiguos.
CON VN INDICE MVY COPIOSO
de los vocables, y cosas notables, que en ella se contienen.
A DON IVAN DE SOLORZANO
y Pereira, Caualiero de la Orden de Santiago, del Consejo de su Magestad, en el Real de Castilla, y de las Indias, &c.
Con Privilegio, En Madrid, Por DIEGO DIAZ DE LA CARRERA, Año de 1642.
A costa de Pedro Lasso Mercader de Libros.
COMPENDIO
GEOGRAPHICO,
I HISTORICO DE EL ORBE ANTIGVO.
I
DESCRIPCION DE EL SITIO DE LA TIERRA,
ESCRIPTA POR POMPONIO MELA,
Español antiguamente en la Republica Romana:
I ahora, con nueva i varia Ilustracion, restituido a la suia Española, de la Libreria de
DON IVSEPE ANTONIO GONZALEZ DE SALAS,
Caballero de la Orden de Calatraba, i Señor de la Casa de los GONZALEZ *de Vadiella.*
EN MADRID
Lo Imprimiò DIEGO DIAZ DE LA CARRERA, Año MDCXLIV.
A costa de Pedro Lasso, Mercader de Libros.

La obra de Pomponio Mela fue traducida por primera vez al español en los primeros años del siglo XVI, cuando lo hizo el maestro portugués Juan Faraz. A ella le siguieron otras dos, publicadas en 1642 y 1644, cuyos autores y títulos respectivos fueron los siguientes: Luis Triblados de Toledo (*La Geographia de Pomponio Mela*) y José Antonio González de Salas (*Compendio Geographico i historico de el Orbe antiguo, i Descripcion de el Sitio de la Tierra Escripta por Pomponio Mela Español antiguamente en la Republica Romana, i ahora con nueva y varia ilustracion, restituido á la suia Española*). La tercera traducción incorpora notas complementarias del intérprete, así como resúmenes de cada capítulo, al final del libro correspondiente. Desde el punto de vista de la geografía matemática, es interesante el se efectuó del capítulo primero del libro I, sobre la Forma y División del Universo: « Muestra ser su forma circular…divídele en cuatro plagas, *Oriental, Occidental, Meridional* i *Septentrional*. Coloca la Tierra en medio…partela en dos porciones, que llama *Hemispherios* o *Mediocircuitos*. Dividela luego en cinco Zonas inhabitadas las tres, las dos habitables, la una de ellas incógnita,…rodeada de el Oceano, de quien ella recibe cuatro *Senos*. Uno por la plaga septentrional, dos por la de el mediodía, el cuarto por la de Occidente».

La Torre de los picos, mandada construir por Muhammad II

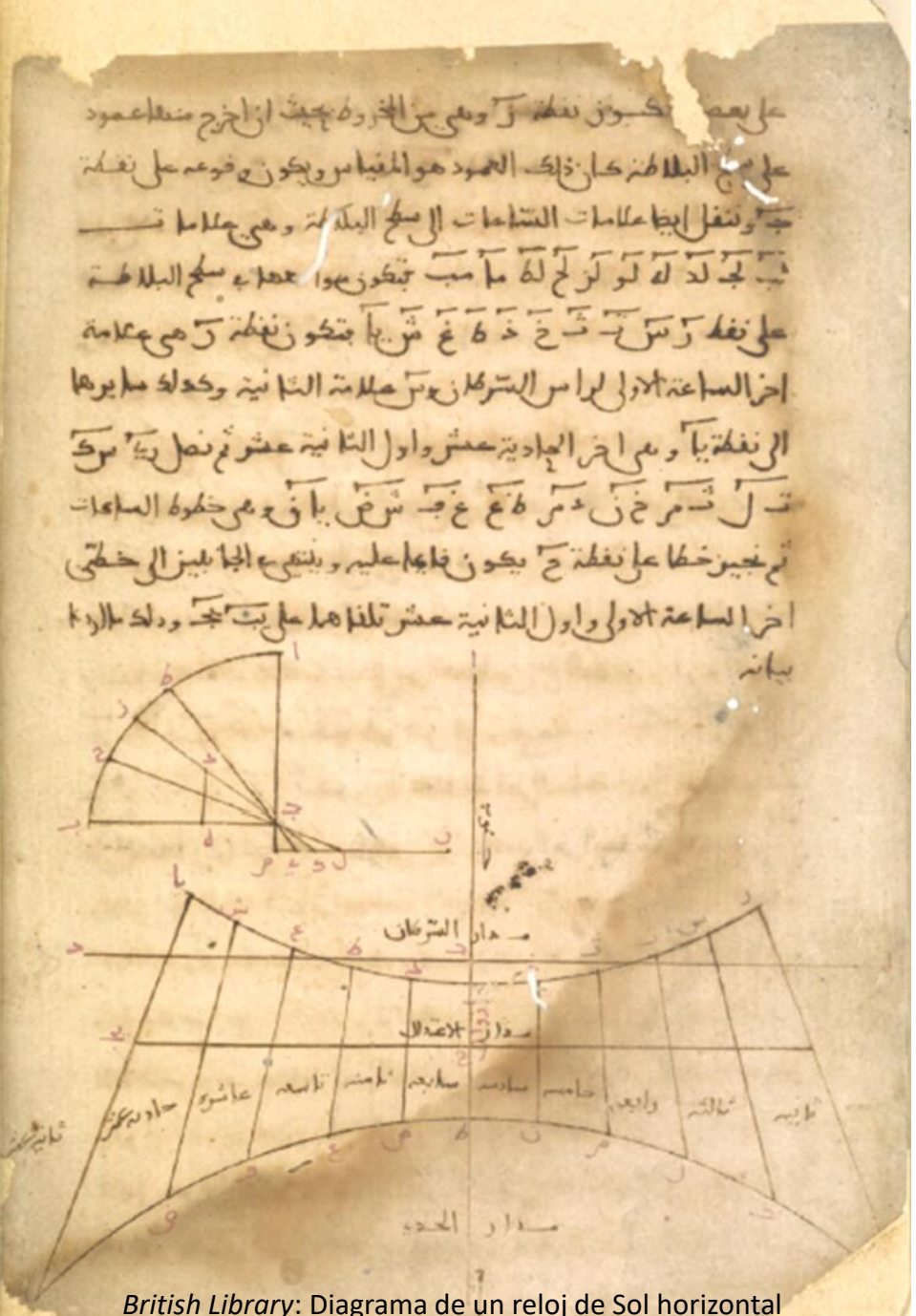
Muhammad Ibn al-Raqqam al-Andalusi (1250-1315)

Matemático y astrónomo de al Andalus, autor prolífico que vivió unos años en el norte de África y acabó afincándose en el reino de Granada. Muhammad Ibn al-Raqqam al-Andalusi, también conocido como Ibn al-Raqqam, nació en la región de Murcia y emigró al norte de África, residiendo tanto en Túnez como Bugía (Argelia), según se desprende de los cálculos astronómicos que realizó para calcular la latitud de ambos lugares. Más adelante aceptó la invitación de Muhammad II, rey nazarita de Granada, y se estableció en su reino, enseñando matemáticas, astronomía y otras materias, como medicina y legislación. De acuerdo con la profesora Montserrat Díaz Fajardo (Un astrónomo de origen murciano del siglo XIV: Ibn al-Raqqam. Las Artes y las Ciencias en el occidente musulmán. 2008) entre sus alumnos sobresalieron, en primer lugar, Nasr (Abu al-Juyush Nasr ibn Muhammad) que reinó Granada entre los años 1309 y 1314, al que le enseñó el cálculo de almanaques y la construcción de diversos instrumentos matemáticos, y en segundo ibn Hudhayl, escritor granadino, al que enseñó también álgebra y geometría. El historiador lojeño Ibn al-Jatib creyó que Ibn al- Raqqam era un maestro polifacético, que dominaba temas tan variados como la agronomía, la astronomía, el derecho, las matemáticas y la medicina.

Entre las astronómicas, se cita en primer lugar el poema que escribió sobre el astrolabio, conservado en a Biblioteca del Cairo, fiel reflejo de la relevancia que tuvo ese instrumento en la astronomía medieval; el cual recordaba en cierta medida a un recuerdo que incluyó en sus memorias Abd Allah ibn Buluggin*, el último rey zirí de Granada: «De un sabio se cuenta que lo vieron teniendo a su derecha el Alcorán y a su izquierda un astrolabio, y que, cuando le preguntaron el motivo que le impulsaba a tener ambas cosas junto a sí, contestó: En el Alcorán recito las palabras de Dios, y en el astrolabio reflexiono sobre la creación de Dios, porque la astronomía es una manera de adorarlo». Posiblemente, Ibn al Raqqam le explicase a su hijo Ibrahim (nacido en Guadix) los fundamentos astronómicos y geométricos del instrumento, puesto que este fabricaría uno después, que se conserva en la Real Academia de la Historia y en el que figura el nombre del autor, la latitud de 37º20´ correspondiente a esa localidad granadina y el año en que se construyó.

*_El Siglo XI en primera persona. Las Memorias de Abd Allah_. Descubiertas en 1930 por el historiador francés E. Leví -Provençal. Traducción del manuscrito original por Évariste Leví –Provençal y Emilio García Gómez. Madrid, 1980.

Este es el primer astrolabio fabricado por Ibrahim ibn Muhammad ibn al-Raqqam en Wadi As (Guadix), que Dios la salvaguarde. Asimismo, figura en línea horizontal: *En el año 720 de la Hégira* (1320).



British Library: Diagrama de un reloj de Sol horizontal (*Resalan fī ʿilm al-ẓalālāt*. M. ibn al-Raqqam).

La segunda obra astronómica de Ibn al Raqqam, fue un breve (26 páginas, con 44 apartados), pero especialmente interesante tratado de gnomónica: *Risālah fī 'ilm al-ẓilāl* (Sobre la Ciencia de las Sombras), la obra más relevante sobre relojes de sol del Occidente islámico; a juicio del profesor Julio Samsó ('*Ibn al-Raqqām's treatise on sundials*', *Qatar Digital Library* https://www.qdl.qa/en/ibn-al-raqqām's-treatise-sundials). Este basó su comentario en el hecho de que los instrumentos descritos por el autor eran claramente superiores los que se conservan de al- Andalus y del Magreb. La principal novedad introducida por el astrónomo se alejó de la proyección estereográfica empleada por Tolomeo, para retomar una técnica de la antigua Grecia, conocida con el nombre de analema, mediante la cual se podía representar la esfera en el plano, calculando los valores de arcos y ángulos sin hacer uso de la trigonometría esférica. En su trabajo sobre las sombras, Ibn al-Raqqam describió ocho tipos de relojes de sol, entre ellos: el reloj de sol horizontal estándar, el reloj de sol vertical (cuyo plano es paralelo al círculo del primer vertical que pasa por los puntos Este y Oeste del horizonte, y el gnomon está situado en la línea meridiana), el reloj de sol ecuatorial (cuyo plano es paralelo al del ecuador, y el gnomon perpendicular apunta al Polo Norte), el scaphe (reloj de sol trazado sobre la superficie interior de una semiesfera hueca cuyo polo es la base del gnomon, coincidiendo su extremo con el centro de la esfera) y el

RELOJES DE SOL DEL TIPO SCAPHE

Siglo I d.C. Decorado con las imágenes de Helios, Dionisio y Atenea. Procede de Atenas y se expone en el *Altes Museum* de Berlín

Siglo I a.C. con inscripción en arameo. Mada´in Saleh, en el Norte de Hejaz (Arabia Saudita)

y el reloj de sol portátil con una aguja magnética que permite una orientación correcta del instrumento; se trata, de hecho, de una de las primeras referencias seguras a la brújula magnética en el Islam occidental. Ibn al Raqqam solucionó el problema de la transformación de los relojes, construyéndolos de varios tipos para un lugar de latitud dada. Asimismo, contempló la posibilidad de incorporarles líneas complementarias a las horarias, como por ejemplo las de los almicantarades y paralelos celestes; permitiendo así que algunas de las prestaciones del reloj fuesen análogas a las del astrolabio. Naturalmente explicó como trazar las curvas indicadoras de las horas de oración, ocupándose también de la determinación del acimut de la alquibla; de tanta aplicación en lo que podría denominarse la astronomía doméstica.

Astrolabio esférico de Müsa (S. XV), con la posición de 19 estrellas fijas. *History of Science Museum*. Oxford

El Mihrab de la Madraza, antigua universidad de la Granada musulmana

Otra de las obras astronómicas de Ibn al-Raqqam trató del uso del astrolabio esférico (Una copia del tratado se custodia en la Biblioteca general de Rabat), un instrumento de carácter universal, en tanto que se podía usar en cualquier latitud. El prototipo de este tipo de astrolabios era un modelo reducido de la esfera celeste en el que se materializaban algunos de sus elementos geométricos principales, relacionados con las coordenadas astronómicas, que fijaban sobre la misma las proyecciones de las estrellas.

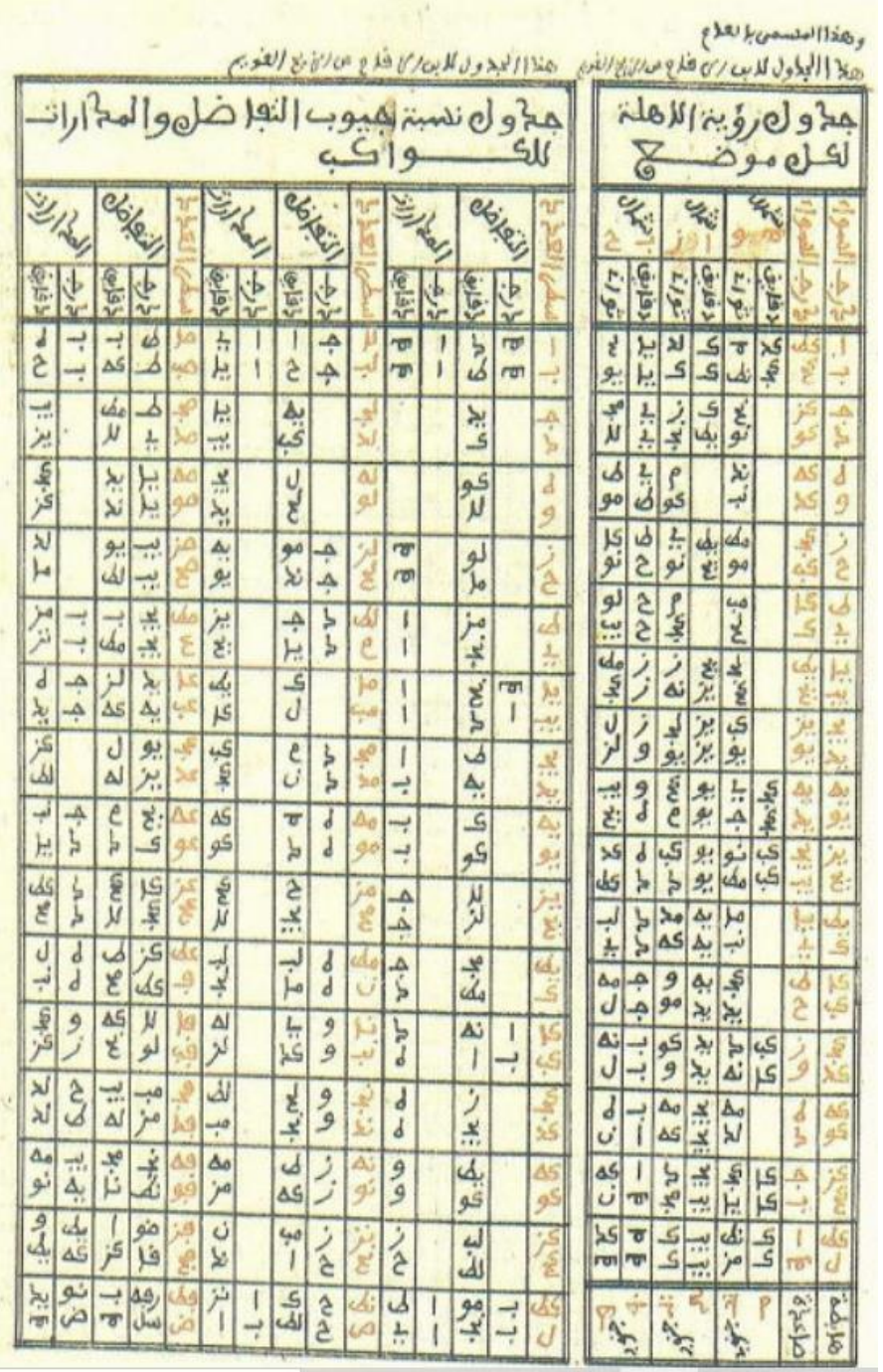
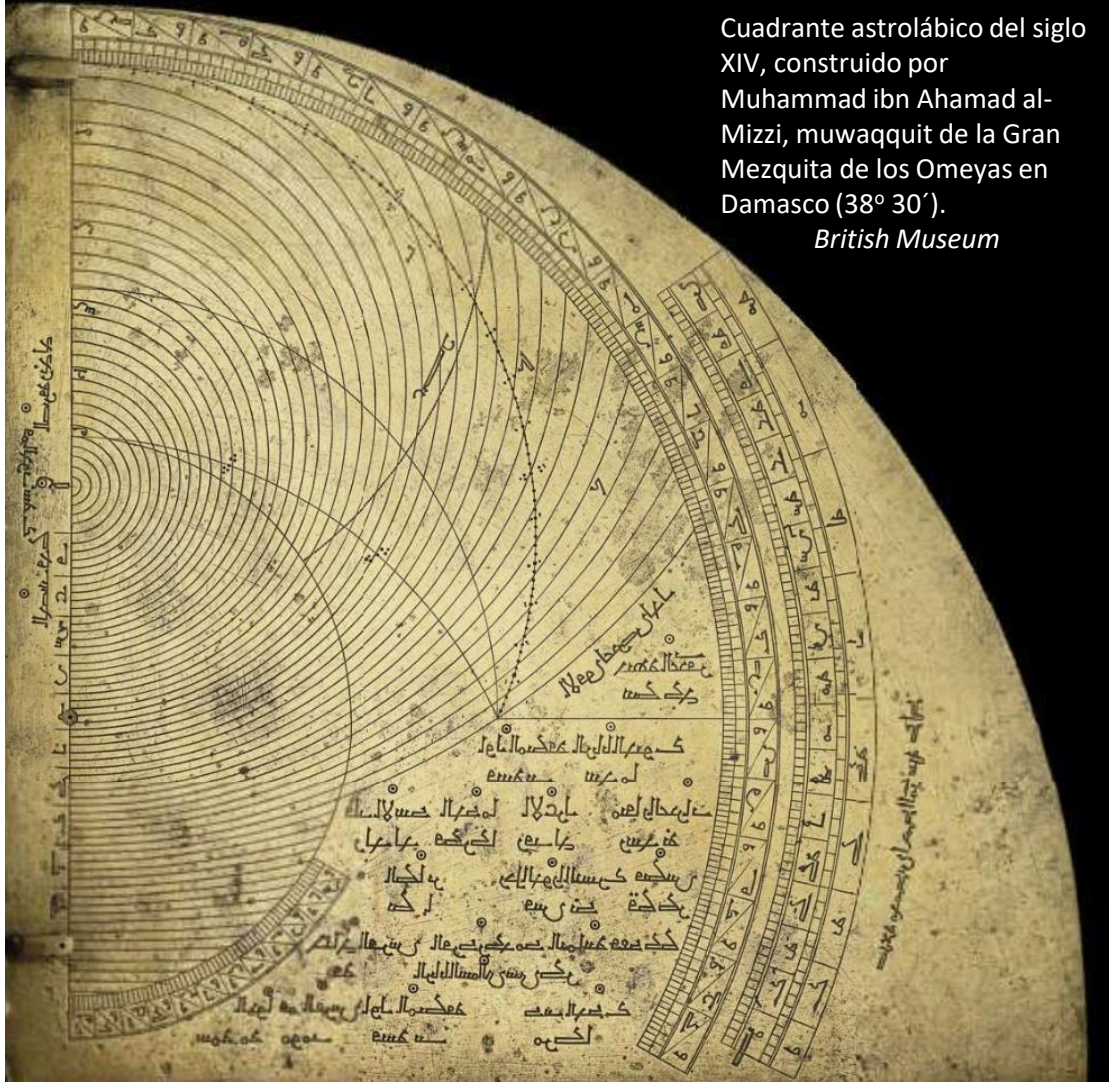


Tabla astronómica de Ibn al-Raqqam. Granada 1280.

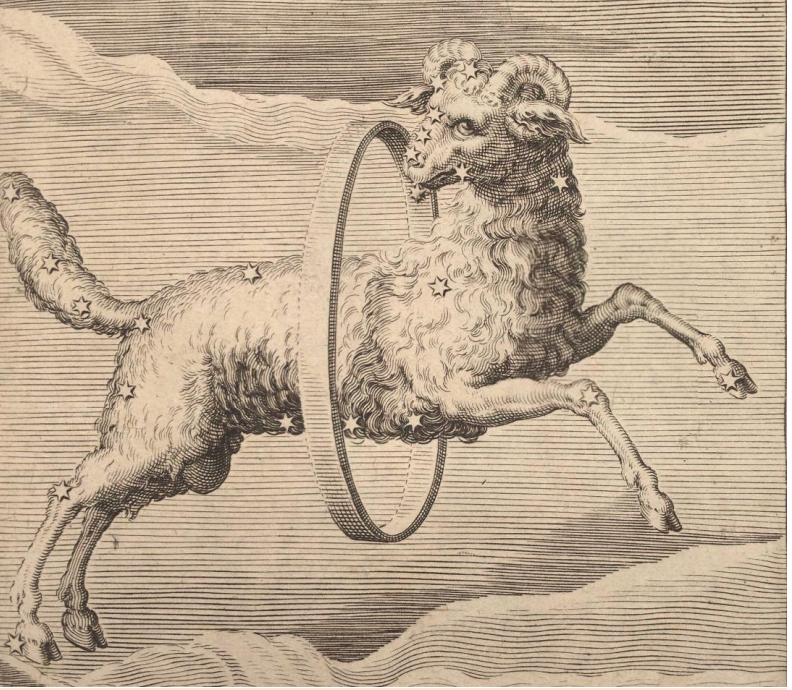
Parte consustancial de la contribución científica de este autor fueron las tablas (*Zïj*, vocablo de origen persa) que preparó para facilitar la observación del cielo, distinguiéndose en ellas dos partes bien diferenciadas, en primer lugar, el sustento teórico (estructurado en cánones o capítulos), en el que se explicó el modus operandi y en segundo, un listado ordenado con una serie de datos, necesarios para los cálculos previos y posteriores a la observación; dos de sus tablas más conocidas fueron descritas con detalle por Edward Steward Kennedy en 1997. La primera de ellas (*Al-Zïj al-Sbamil fi tahdbib al-Kiimil*) fue compilada en Bugía, a tenor de lo expresado en la introducción, alrededor del año 679 de la hégira (1279-80); sin embargo, la tabla de las mansiones lunares data de 1288-89. Constó de 145 capítulos, ocupando un lugar destacado los dedicados a la astronomía esférica. Ibn al-Raqqam se apoyó en Azarquiel al desarrollar la base teórica, concretamente en lo referido a la trepidación de los equinoccios o a los movimientos del sol y la luna. La segunda parte fueron las tablas astronómicas propiamente dichas, un total de 71. La segunda (*Al-Zïj al-Qawimfifonun al-ta'dil wa-l-taqwim*) fue ultimada en Túnez y revisada luego en Granada, después de que el astrónomo Ibn se estableciera definitivamente en esta ciudad; así se deduce de los datos que añadió con relación a la visibilidad de los crecientes lunares, calculados para la latitud granadina. Esta tabla fue de marcado carácter práctico, muy centrada en la observación de los planetas.

J. Samsó recordó en su trabajo *Ibn al-Raqqim's al-Zij al-Mustawfi in MS Rabat National Library 2461 (Surveys and Studies in the Ancient Greek and Medieval Islamic Mathematical Sciences in Honor of J.L. Berggren. Berlin-Heidelberg, 2014, pp. 297-328),* que en el mismo año 1997 había descubierto en Frankfurt la copia de una tercera tabla del astrónomo, la cual fue estudiada de inmediato por él y otros de sus colegas de la Universidad de Barcelona (entre ellos M. Díaz Fajardo). Según ellos esta tabla (*al Zïj al Mustawfi*) fue la más utilizada en el Magreb, puesto que fue copiada en numerosas ocasiones y utilizada también por los muwaqqits magrebíes. En función de la información disponible, es probable que las tres tablas se compilasen entre 1280 y 1290, antes de que Ibn al-Raqqam se trasladara a Granada, donde debió llegar antes de 1302. J.Samsó detalló el contenido del manuscrito de la tabla en cuestión (NL2461), que se conserva en la Biblioteca de Rabat. Tras el título completo figuró un índice con los números y títulos de sus 65 capítulos. El capítulo I trató de las bases de los calendarios, siendo cuatro los contemplados: árabe, babilónico, persa y copto. Los siguientes capítulos (del II al VIII) se dedicaron a explicar la relación entre dichos calendarios, refiriendo en el IX, X y XI como podría hallarse el primer día del año y los meses en los tres primeros. En el capítulo XII se indicó el origen de los movimientos medios contemplados en las tablas, coincidiendo con el mediodía del primer miércoles del año en que migró Mahoma. El meridiano ligado al origen fue el de Túnez, cuya



Cuadrante astrolábico del siglo XIV, construido por Muhammad ibn Ahamad al-Mizzi, muwaqquit de la Gran Mezquita de los Omeyas en Damasco (38º 30´).
British Museum

Mahoma, junto a un grupo de seguidores, dividiendo la Luna. La imagen es una acuarela que ilustra un libro persa de profecías, Falnameh, pp: 73-74, datado a finales del siglo XVI, que llegó a Viena en torno al año 1700, durante la guerra con los turcos. El supuesto milagro de dividir la Luna en dos (creciente y menguante) es atribuido a Mahoma; comentándose la cuestión en El Corán, 54:1-2. Entre algunos musulmanes existe la creencia de que la Luna volverá a dividirse cuando llegue el juicio final. El manuscrito esuno de los llamados Tesoros de *Dresde Saxon State Library, From Faraway Lands*

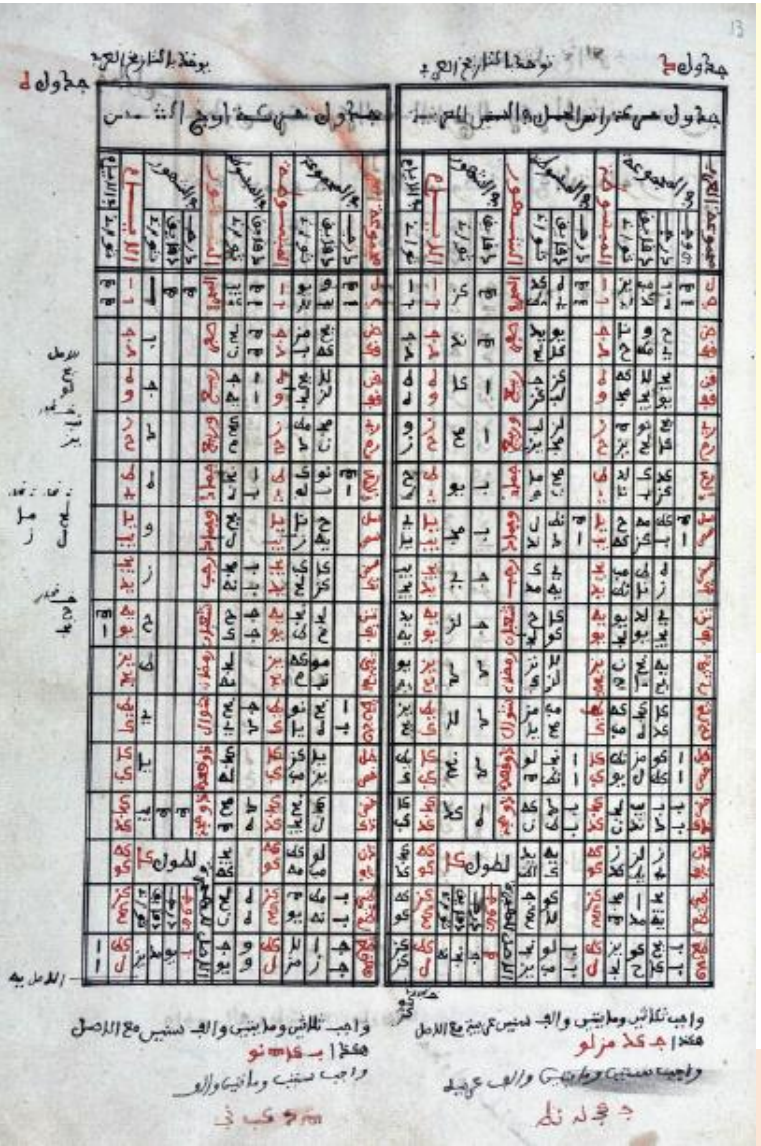


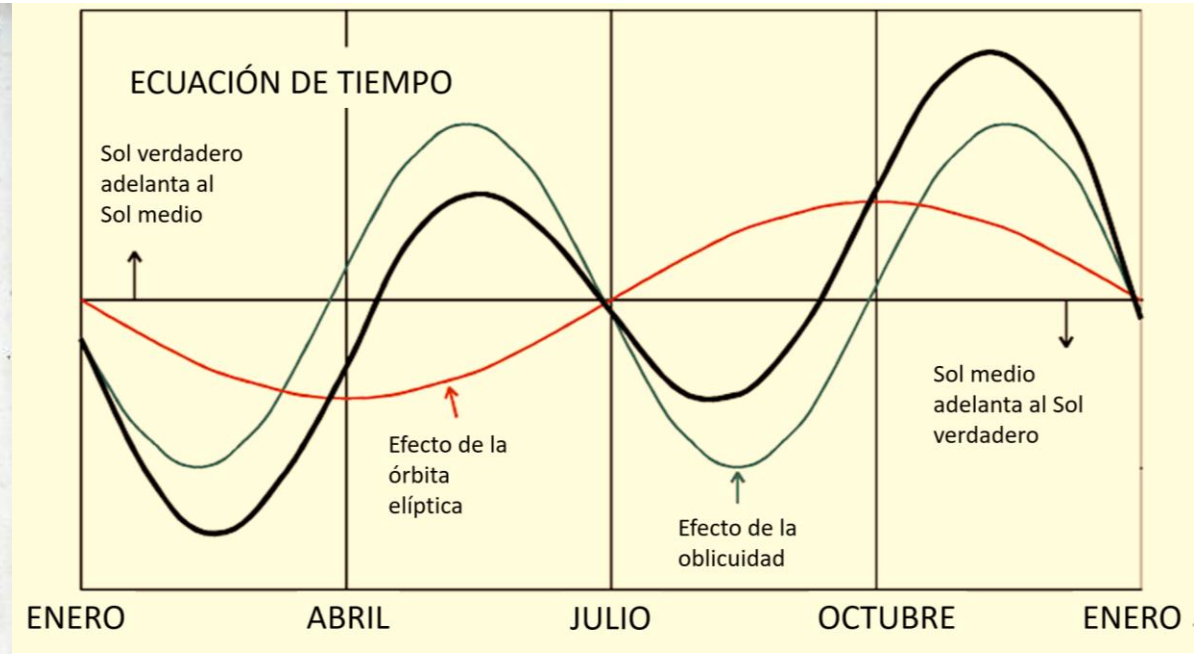
LA CONSTELACIÓN DE ARIES

Jasón
y el vellocino de oro

longitud se determinó mediante la observación de eclipses lunares y su latitud a partir de diversas culminaciones estelares. El capítulo siguiente se refirió a las posiciones medidas en longitud y anomalía. Los capítulos XIX y XV se dedicaron al cálculo de la hora y a la corrección de la misma en ciudades situadas al este y oeste de Túnez. El capítulo XVI se centró en la Ecuación de Tiempo, señalando Samsó que de todas las tablas que había estudiado, fue esta en la que explicó mejor tan relevante relación, entre el tiempo solar medio y verdadero. En el capítulo XVIII se abordó el modo de obtener el valor de la precesión equinoccial para una fecha dada, referido a la cabeza de Aries (la Constelación del carnero). El capítulo XVIII analizó el movimiento de los apogeos, partiendo de que Azarquiel había cifrado el del Sol en 1º cada 279 año; estudio que los seguidores de su escuela extendieron a los de todos los planetas. Los capítulos XIX y XX trataron respectivamente del cálculo de la longitud solar y lunar. En los cuatro siguientes se explicaron los cálculos asociados a los cinco planetas: longitud, posición de los nodos, movimientos y latitud. En los veinte capítulos que siguieron, del XXV al LV, se estudiaron los fundamentos de la Trigonometría y Astronomía esférica, o de posición. Las conjunciones y oposiciones luni-solares se explicaron en los capítulos siguientes: del LVI al LX. Los capítulos LXI y LXII fueron esencialmente astrológicos. En los dos últimos capítulos se insistió en la trigonometría y en la visibilidad de los planetas en un lugar determinado. A continuación, se presentaron las tablas propiamente dichas (pp. 227-289), aportando la

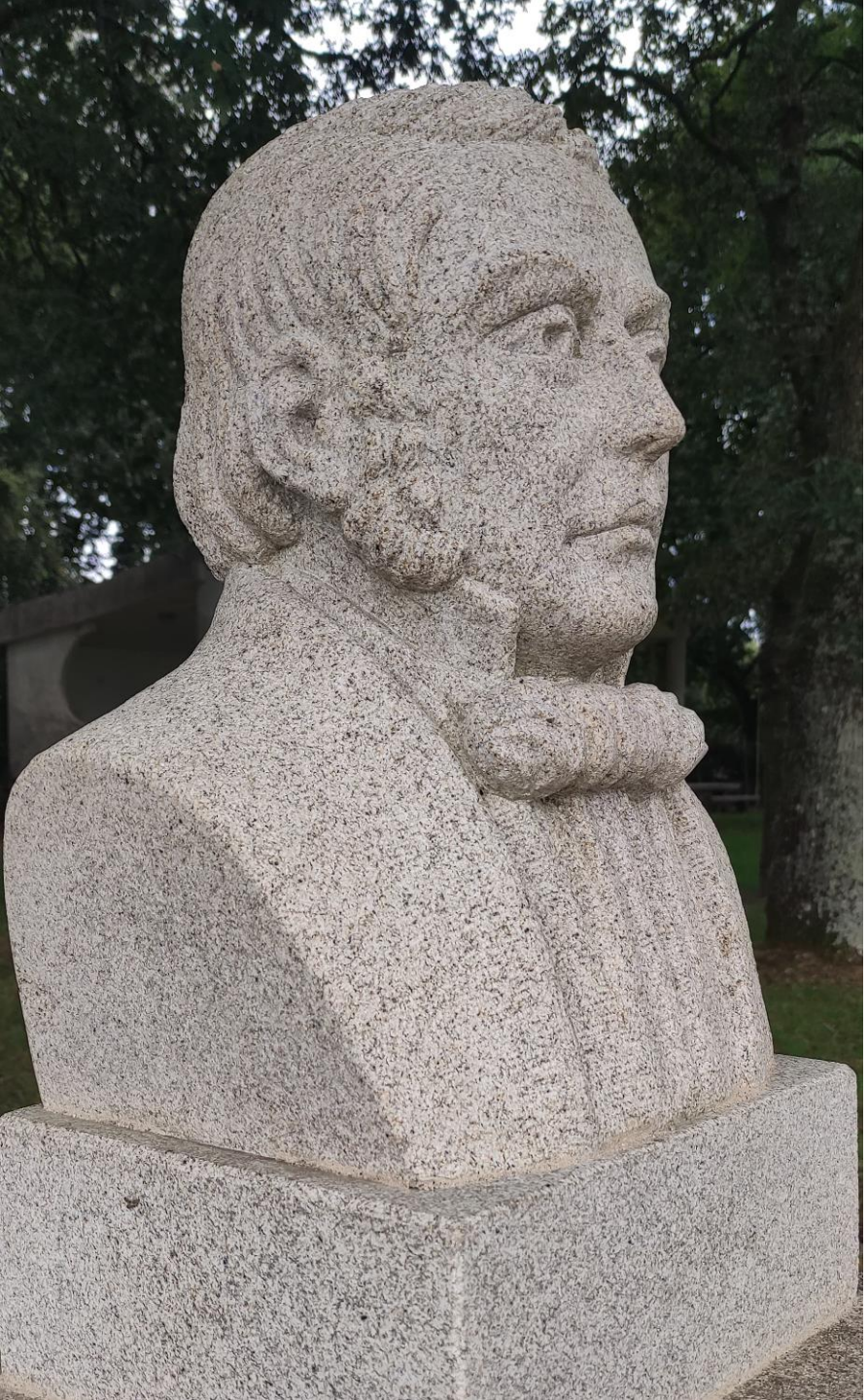
información pertinente sobre los siguientes aspectos: Cronología, Movimientos medios, Trepidación, Ecuación solar, Ecuaciones lunares, Ecuaciones planetarias, Latitudes planetarias, declinación solar, Latitud lunar, Oblicuidad de la eclíptica, Ecuación de tiempo, Trigonometría y astronomía esférica, Velocidades del sol y la luna, Paralajes, Eclipses, Funciones auxiliares, Catálogo estelar, Localización geográfica de 67 ciudades.





A Ibn al-Raqqam se le atribuye además una obra de geometría aplicada (topografía), centrada fundamentalmente en las tareas propias de la agrimensura: *Tanbih wa- l-tabsir fi nawäzil al-taksïr* (Advertencia y aclaración sobre casos de agrimensura), identificado igualmente con un título más corto: *Ta´lif fi-l-taksïr* (Obra sobre agrimensura). M. Díaz-Fajardo indica en su trabajo, ya referido, que tal obra se conserva en la Biblioteca al-Hasaniyya de Rabat (Al-Jattabi.1983; 51; nº 4749).

Manuscrito de una de las tablas astronómicas de Ibn al-Raqqam, custodiado en el Museo Naval (Madrid) desde 1955; año en que le fue cedido por el diplomático José Fernández Jiménez.



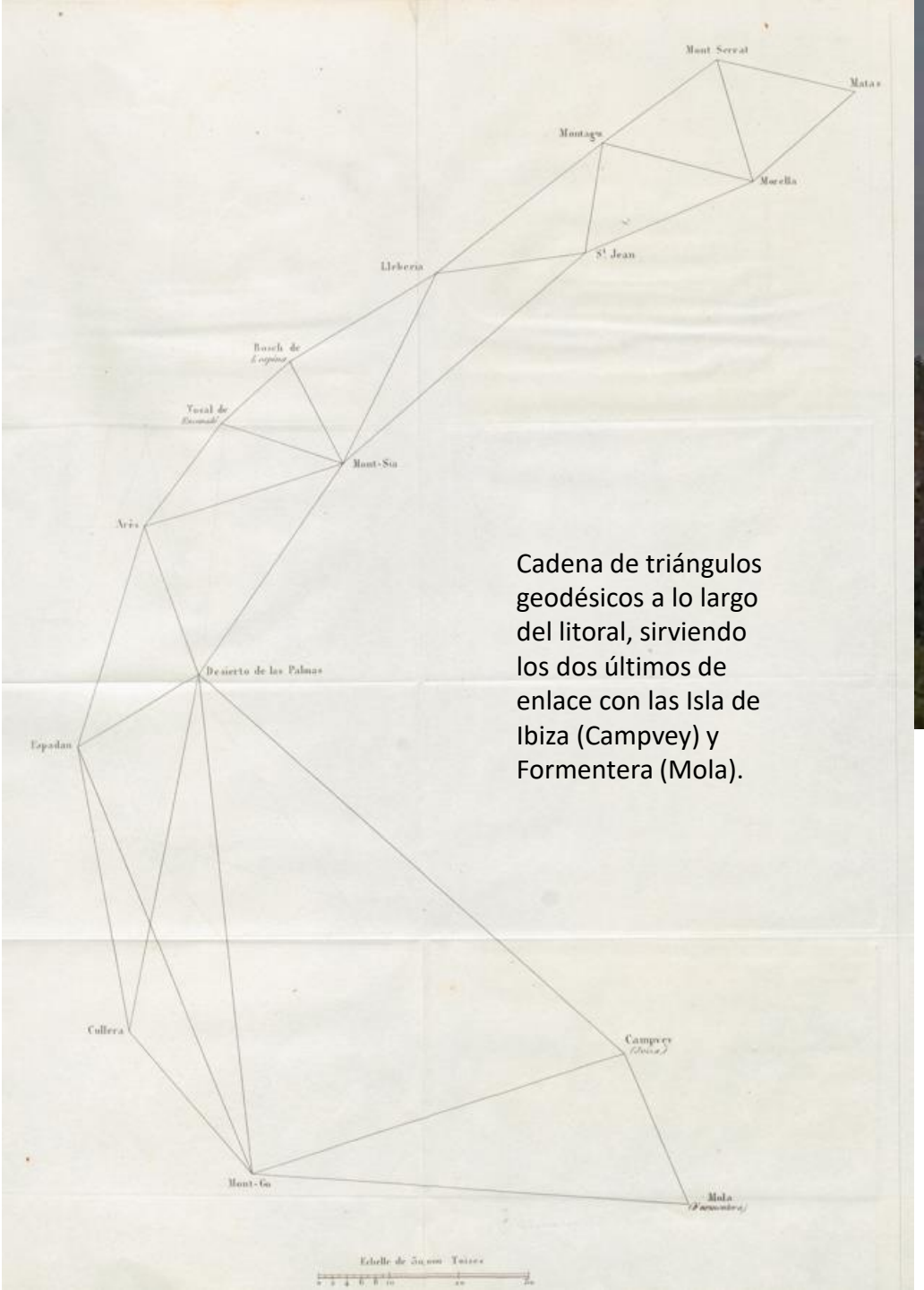
José Rodríguez González (1770-1824)

Astrónomo, matemático y notable geodesta pontevedrés, que colaboró en los trabajos relacionados con la prolongación del meridiano de Francia hasta la isla de Formentera; operación imprescindible para la futura implantación del Sistema Métrico Decimal. Su prestigio en aquel país fue indudable, hasta el extremo de ser conocido en los círculos académicos como el sabio español que ayudó sobremanera al joven F. Arago mientras estuvo retenido en Mallorca; facilitando incluso su vuelta a Francia. Así se pronunciaba Arago años después (*Histoire de ma jeneusse*. 1854): «Tous mes anciens amis de Mayorque m'avaient abandonné au moment de ma détention…M. Rodriguez seul osait venir me visiter en plein jour, et m'apporter toutes les consolations qui étaient en son pouvoir. L'excellent M. Rodriguez, pour tromper les ennuis de mon incarcération, me remettait de temps en temps les journaux qui se publiaient alors sur divers points de la Péninsule. Il me les envoyait souvent sans les lire…Rodriguez s'entendit immédiatement avec le brave patron Damian ; il fut convenu entre eux que Damian prendrait le commandement d'une barque à demi pontée que le vent avait poussée sur la plage, qu'il l'équiperait comme s'il voulait aller à la pêche, qu'il nous porterait à Alger, après quoi sa rentrée à Palma, avec ou sans poisson, n'inspirerait aucun soupçon».

Nació nuestro protagonista en Bernes, parroquia de Lalín, en la comarca de Deza, así figura en la reciente publicación *O matemático Xosé Rodríguez González, o paseante da luz*, editada por Xosé A. Fraga en A Coruña (2025); la obra es prueba inequívoca de que aún perdura el interés por este gallego de pro que paseó el nombre España por toda Europa. Sus primeros pasos como estudiante los dio en el seminario de Monforte, como paso previo a su traslado a Santiago donde obtuvo el título de bachiller en Filosofía en el año 1790 y el de teología en 1795. No obstante, decidió abandonar la carrera eclesiástica en favor de las matemáticas, con tanto éxito que en el curso 1798-1799 fue nombrado profesor sustituto en la Cátedra de Matemáticas de la Universidad compostelana; cuya titularidad ganó por oposición, al iniciarse el nuevo siglo en 1800. Al año siguiente, solicitó viajar a París para ampliar sus estudios en el Colegio de Francia, conociendo entonces a unos hombres de ciencia tan ilustres como P. S. Laplace y J. B. Delambre, además de los ya citados Biot y Arago. Es muy probable que sus contactos con tales personajes fuesen los que despertaron sus inquietudes astronómicas y geodésicas, permitiéndole además dar clase de matemáticas en el Ateneo de Ciencias parisino, durante su segunda estancia en aquella capital.

Vitor de José Rodríguez González. Colegio de San Xerome (≈ 1856)

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



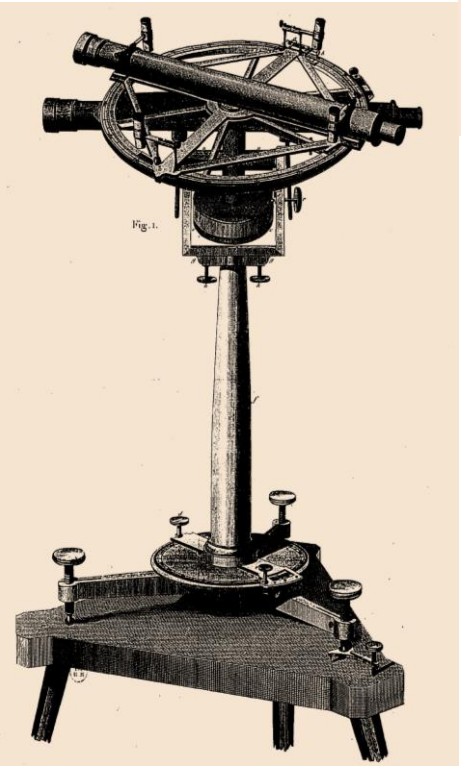
Cadena de triángulos geodésicos a lo largo del litoral, sirviendo los dos últimos de enlace con las Isla de Ibiza (Campvey) y Formentera (Mola).

El Castillo de Bellver (Palma de Mallorca). Allí estuvo encarcelado Arago, siendo visitado frecuentemente por su amigo Rodríguez. Fotografía de Tomeu Mas (19.12.2016)

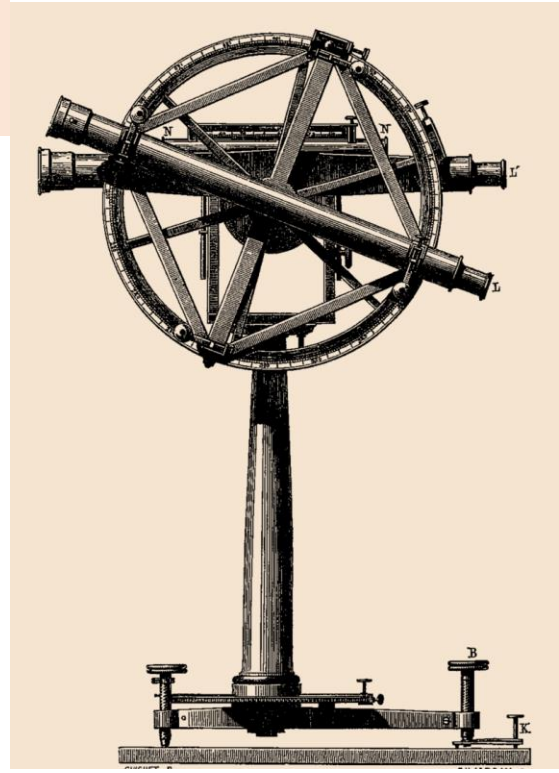
En el año 1806, Rodríguez fue comisionado por el gobierno español, atendiendo la propuesta formulada por su homólogo francés, para que acompañase a Biot y Arago en la continuación de los trabajos geodésicos, iniciados años atrás por P. F. A. Méchain, que culminarían con el enlace balear a las costas levantinas. Rodríguez se encargó del proyector luminoso instalado en el vértice geodésico Campvey (Ibiza) y de la construcción del situado en la Isla de Formentera (Mola). Su meritoria participación fue valorada positivamente por la comunidad científica francesa, no en vano fue

El vértice Mola en la Isla de Formentera. En el pilar superior se lee 1807 y 1868, completándose en el último año el enlace entre todas las islas con el litoral levantino, el cual fue dirigido por Carlos Ibáñez de Ibero, futuro director del Instituto Geográfico (1870).

ella quien propuso la participación del mismo, concretamente algunos de los miembros del *Bureau des Longitudes*. Nada más finalizar los trabajos, Rodríguez fue llamado a Cádiz, por la Junta Central Suprema y Gubernativa del Reino, para que informase sobre la ejecución y desarrollo de los mismos. Fue entonces cuando recibió el encargo de redactar un proyecto para la confección del deseado Mapa de España. Es posible que para su preparación consultara los ensayos previos debidos a marinos tan ilustres como Juan, Ulloa, Espinosa y Alcalá, sin que ello suponga demérito alguno para él, sino todo lo contrario. Su trabajo, titulado *Memoria sobre las operaciones necesarias para la formación de un Mapa General de España y de sus provincias en particular por Don José Rodríguez en 1808, presentada a la Junta Superior del Reyno y manada formar por la misma*, es un documento cartográfico y geodésico de primer orden, que merece un estudio pormenorizado, por tratarse del primer intento protagonizado por un civil. El proyecto, ciertamente influenciado por las experiencias tan exitosas de Francia, concedió un papel relevante al necesario armazón geodésico, como se deduce de los diez apartados en que fue estructurado su contenido: 1) Principios generales, 2) Triangulación, 3) Vértices, 4) Medidas angulares, 5) Medida de las bases, 6) Reducciones angulares, 7) Observaciones astronómicas, 8) Medida de dos o tres grados de longitud, 9) Medida del primer vertical y 10) Sobre un sistema uniforme e invariable de Pesos y Medidas. En el primer apartado recordaba Rodríguez la imposibilidad de obtener por la vía astronómica la latitud y longitud de todos los puntos del mapa, así como la necesidad de recurrir a la triangulación del territorio para conseguirlo con menor esfuerzo y parecida fiabilidad. No obstante, los cálculos correspondientes no son triviales, pues suponen el

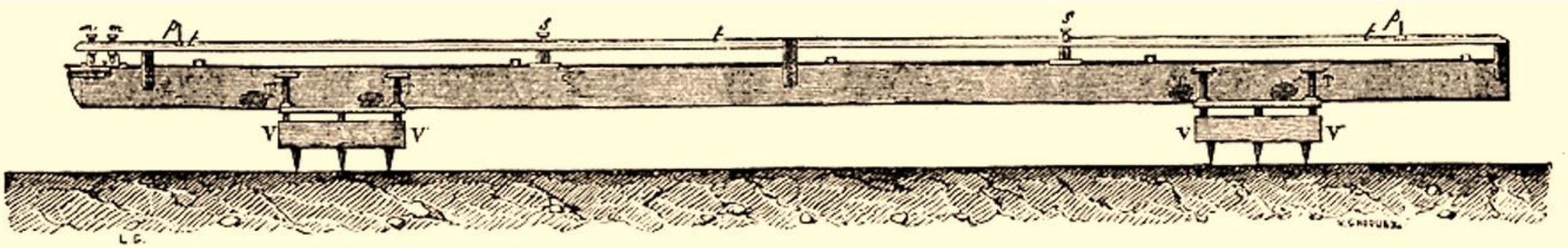


Dos vistas del círculo repetidor de Borda, en la de la izquierda está montado para realizar medidas de los ángulos horizontales y en la otra para los verticales. El instrumento fue recomendado por Rodríguez para observar la red geodésica que debería soportar la formación del Mapa de España.



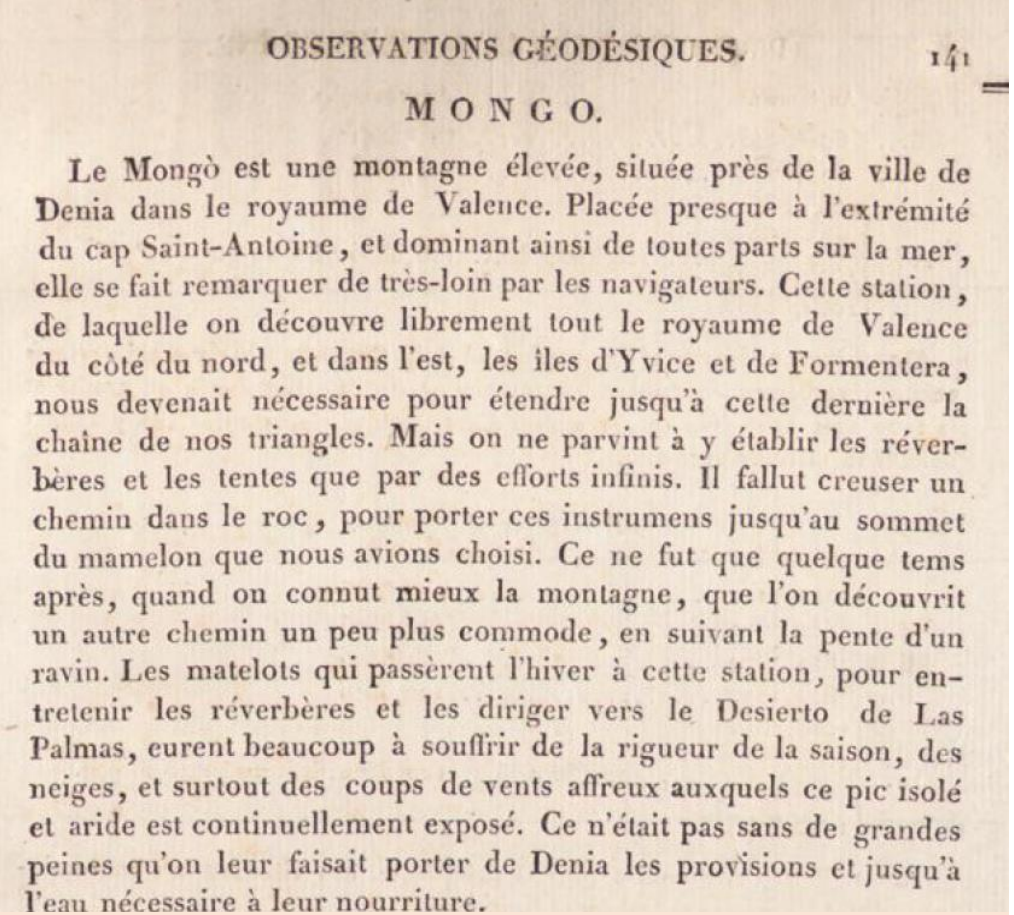
conocimiento de la figura y tamaño de la Tierra, una cuestión a la que se refirió en estos términos: «Los trabajos ejecutados últimamente en Francia y en España por Astrónomos muy hábiles con instrumentos y por medios enteramente nuevos para medir el arco meridiano, qué pasa por el Observatorio de París comprendido entre Dunquerque y la Mola en la isla de Formentera suministran los datos necesarios para este fin…». Al analizar la triangulación, en el apartado segundo, la dividió en tres clases: principales, secundarias y de tercer orden; recomendando para su observación el círculo repetidor construido por el geodesta francés Jean-Charles de Borda: «El único instrumento que debe servir hoy día para esta medida es el círculo repetidor de Borda, tanto por su transporte y manejo fácil, cómo por su aplicación general a las observaciones geodésicas y astronómicas, y por su exactitud de los resultados de todas éstas». Rodríguez recomendó observar durante la noche los triángulos principales, ayudándose de reflectores luminosos (reverberos), consagrando el día para la medida de los ángulos en los triángulos de orden menor. La casuística de las posibles señales usadas como vértices fue muy variada, señalando en primer lugar los campanarios, aunque añadiera como regla general: «Más cualquiera que sea la forma de estas señales, debe dárseles constantemente más largo que ancho a fin de que sean bien visibles; y Mr. Delambre propone por regla general, se haga dicho largo igual a 0,00015 de la distancia de la señal». Para minimizar la comisión de errores en las medidas de los ángulos de los triángulos, propuso Rodríguez la realización de dos o tres series de veinte observaciones, «o una de 30 a 40 si las circunstancias son favorables: Si no lo fuese se continuará

hasta estar seguro del valor del ángulo». La precaución en la medida de las distancias cenitales de cada una de las visuales sería menor, ya que solo se usarían para reducir al horizonte los ángulos anteriores. Este cuarto apartado terminó definiendo el exceso esférico: «… Por lo que la suma de los tres ángulos de cualquiera de estos triángulos debe exceder en cierta cantidad de segundos a dos ángulos rectos, y esta cantidad es lo que se llama exceso esférico».



Regla de Borda para medir las bases de la triangulación, vista lateral. Estaba formada por una regla de latón, superpuesta a otra de platino, fijadas entre sí por un extremo para medir la dilatación relativa de las dos reglas y corregir las medidas, según la temperatura de referencia. Para preservar sus extremos, las dos reglas sucesivas no estaban en contacto directo. Una pequeña regla graduada se deslizaba en la regla de platino y tocaba el extremo de la regla siguiente. Las reglas se colocaban horizontalmente y se alineaban mediante varillas.

La importancia que se le dio en la memoria a la medida de las bases fue capital, puesto que con ella se daba escala a la triangulación: «El menor error en la medida de las bases se multiplica y acumula al paso de los triángulos se alejan más de estas por lo mismo es preciso poner el mayor esmero y escrúpulo en todas las operaciones necesarias para ejecutar dicha medida». Rodríguez creyó necesario medir tres o cuatro bases muy alejadas entre sí, estando comprendida su longitud entre 6000 toesas y 14000 varas castellanas. El lugar en que deberían situarse sería suficientemente llano, a la vez que se sugería la conveniencia de monumentalizar los extremos de las mismas. En cuanto al instrumento de medida empleado, describió con todo lujo de detalles la regla de Borda, compuesta realmente por varias: «La construcción de estas merece la mayor atención de parte del Artista, y en los casos que



OBSERVATIONS GÉODÉSIQUES. 141

MONGO.

Le Mongò est une montagne élevée, située près de la ville de Denia dans le royaume de Valence. Placée presque à l'extrémité du cap Saint-Antoine, et dominant ainsi de toutes parts sur la mer, elle se fait remarquer de très-loin par les navigateurs. Cette station, de laquelle on découvre librement tout le royaume de Valence du côté du nord, et dans l'est, les îles d'Yvice et de Formentera, nous devenait nécessaire pour étendre jusqu'à cette dernière la chaîne de nos triangles. Mais on ne parvint à y établir les réverbères et les tentes que par des efforts infinis. Il fallut creuser un chemin dans le roc, pour porter ces instrumens jusqu'au sommet du mamelon que nous avions choisi. Ce ne fut que quelque tems après, quand on connut mieux la montagne, que l'on découvrit un autre chemin un peu plus commode, en suivant la pente d'un ravin. Les matelots qui passèrent l'hiver à cette station, pour entretenir les réverbères et les diriger vers le Desierto de Las Palmas, eurent beaucoup à souffrir de la rigueur de la saison, des neiges, et surtout des coups de vents affreux auxquels ce pic isolé et aride est continuellement exposé. Ce n'était pas sans de grandes peines qu'on leur faisait porter de Denia les provisions et jusqu'à l'eau nécessaire à leur nourriture.

Reseña del vértice Montgó en la obra de Biot y Arago*: Recueil d´Observations Géodésiques, Astronomiques et Physiques*. París. 1821

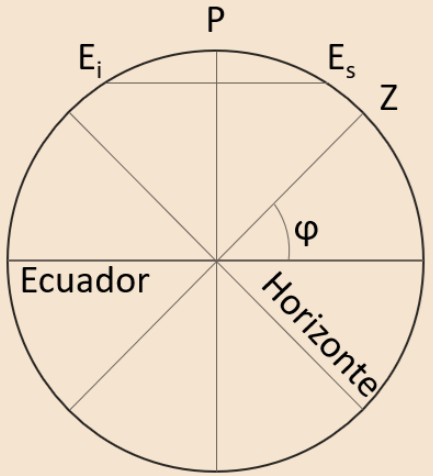
exigen medir las Bases con un rigor y exactitud imaginables, como sucede en las operaciones de toda Meridiana, deben emplearse las reglas de Platina construidas bajo la dirección de Borda para establecer el sistema Métrico en Francia». Curiosamente comentaba al final de este apartado la posibilidad de usar como tales los lados de la cadena triangular con la que se prolongó, a través de la costa mediterránea, el meridiano de Francia: «para la formación del mapa de España podrían servir igualmente de Bases los lados de las cadenas de triángulos de la Meridiana comprendidos entre Bellegarde y el Mongó frente a Denia». La longitud de todos esos lados se calculó en función de la base medida en Perpiñán, de manera que se podría, en tal caso, contrastar la bondad de las observaciones de la triangulación de España.

A continuación, explicó Rodríguez en que consistirían las observaciones astronómicas, cuyo fin era la determinación de la latitud y longitud de algunos vértices de la red, así como el cálculo del acimut de los lados que partieran de ellos, de esa forma se controlaría el posicionamiento global y la orientación de la misma. La instrumentación necesaria sería el círculo repetidor de Borda, ya citado, así como un cronómetro, un barómetro y un termómetro. Las estrellas elegidas serían las α y β de la Osa menor (Polar y Kochab). Para obtener la latitud se observarían 200 o 300 pasos de ambas estrellas por el meridiano del lugar, el cual debería ser materializado con una mira suficientemente alejada de la estación astronómica (en tales posiciones, la latitud, la declinación de la estrella y su distancia cenital serían

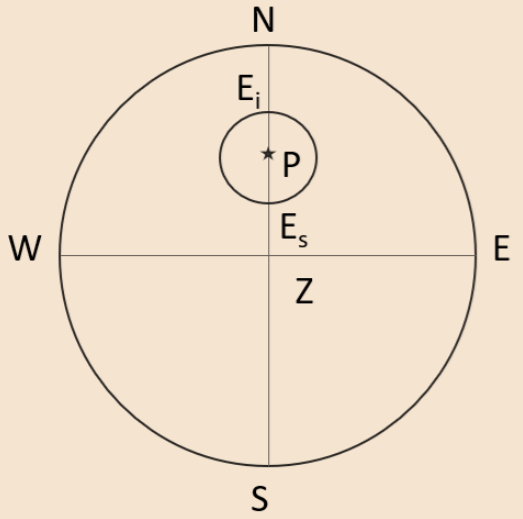
Las diferencias de longitudes, coincidentes con las diferencias de las horas locales, se obtendrían por el método de las distancias lunares, o a partir de la observación de las ocultaciones y emersiones de los satélites de Júpiter; aunque también recomendase como procedimiento otro basado en la observación mutua de reflectores luminosos colocados en los vértices elegidos, a la vez que se efectuaban las de las culminaciones estelares. En cuanto al acimut de los lados, se obtendría en función del acimut de cualquiera de las dos estrellas ya referidas.

Cálculo de la latitud a partir de las distancias cenitales de estrellas circumpolares, medidas en sus dos culminaciones. Las distancias cenitales se representan con la letra griega ζ. En la culminación superior (E_s), $\varphi = \delta - \zeta_s$. En la culminación inferior (E_i), $\varphi = 180^o - \delta - \zeta i$. La media aritmética de ambos valores es $\varphi = 90^o - (\zeta_s + \zeta i)/2$.

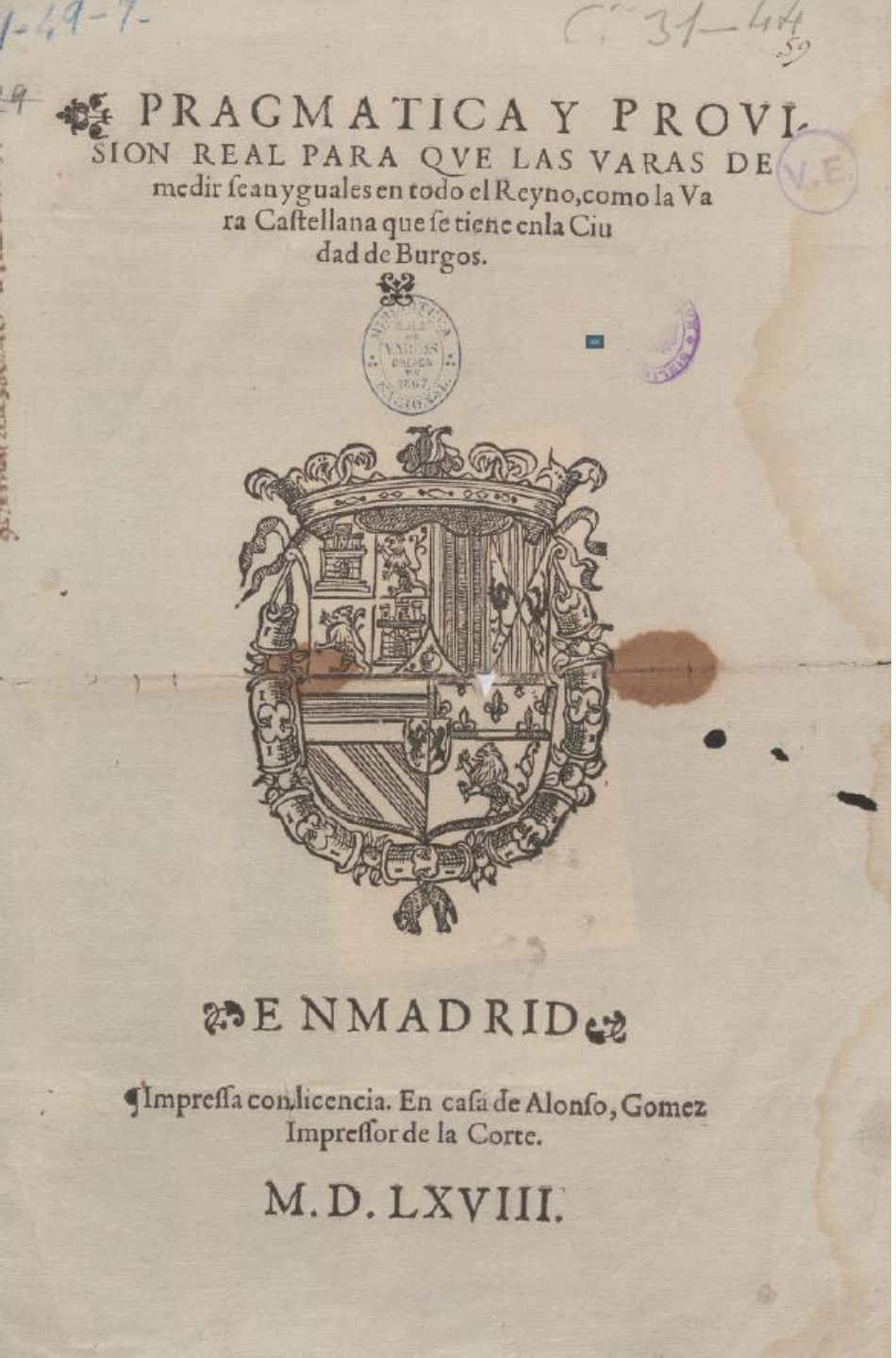
Sección meridional de la esfera celeste



Proyección ortográfica de la esfera celeste centrada en el cenit.



Como información complementaria de estos apartados, se incluyó la posibilidad de medir el desarrollo de un arco de meridiano para contribuir así al estudio de la forma y dimensiones de la Tierra. Pretendiendo que la posición del meridiano fuese central, se desechó la prolongación del meridiano de París en favor del determinado por las localidades de Gijón ($\varphi \approx 43^o 1/3$) y Tarifa ($\varphi \approx 36^o$); con una amplitud angular próxima a los 7° 1/3. Rodríguez se adelantó a su tiempo, al entrever un posible enlace astronómico y geodésico entre los continentes europeo y africano: «…sus extremos terminan igualmente en la orilla del mar, pero una ventaja peculiar a la meridiana de España, y de que carecen todas las demás de Europa central, consiste en poder prolongarla hasta África entre el Cabo Espartel y Ceuta o el Monte de las monas y si en algún tiempo aquellos pueblos bárbaros llegasen a civilizarse se podrá prolongar la medida hasta las costas de la Guinea, muy cerca del Ecuador». La última parte de esta memoria de Rodríguez estuvo dedicada a la metrología, calificándose de escandalosa la situación planteada por el



PRAGMATICA Y PROVI-
SION REAL PARA QVE LAS VARAS DE
medir ſean yguales en todo el Reyno, como la Va
ra Caſtellana que ſe tiene enla Ciu
dad de Burgos.

EN MADRID

Impreſſa con licencia. En caſa de Alonſo, Gomez
Impreſſor de la Corte.

M. D. LXVIII.

sin fin de medidas imperantes y alabando el hecho de que hubiese sido elegido como patrón universal uno ligado a la naturaleza; señalando que la longitud del mismo (el metro) equivalía a la vara de Burgos aumentada en siete pulgadas. El colofón de tan valioso documento es un contundente alegato en favor del celo ilustrado y en contra de la vanidad, la intriga y el interés personal de ciertos expedicionarios: «Verdaderamente es una cosa bastante singular el que hayan enviado a personas muy instruidas a recorrer las Américas, el África, las islas del Sur, Asia, dando la vuelta al mundo; a fin de recoger todo cuanto podían ofrecer aquellos países distantes y poco conocidos al paso que los nuestros en que vivimos, se ignoran la mayor parte de las producciones. Esta indiferencia por todo lo que nos rodea sería inexplicable, si no supiéramos que la vanidad, la intriga y el interés personal han sido el móvil de estas expediciones lejanas, más bien que el celo ilustrado y el deseo del bien de nuestro país». Se entiende así su recomendación de que «la Comisión empleada en las operaciones geodésicas para la formación de los planos de las provincias, debe arreglársele otra compuesta de sujetos hábiles en Botánica, Mineralogía, Geología, Química, Física y demás ramas de Historia Natural», no debe olvidarse que su pretensión iba más allá del ámbito exclusivamente cartográfico, creyendo indispensable complementarlo con un inventario estadístico, detallando «…producciones, vegetales y minerales, cual es la

preferencia y ventaja a unos establecimientos o manufacturas sobre otras; la temperatura e influencia del clima, modificada por la mayor o menor elevación del país sobre el nivel del mar y por la dirección de los montes y ríos que le atraviesan, la Estadística de su industria actual, cultura y carácter de sus habitantes».

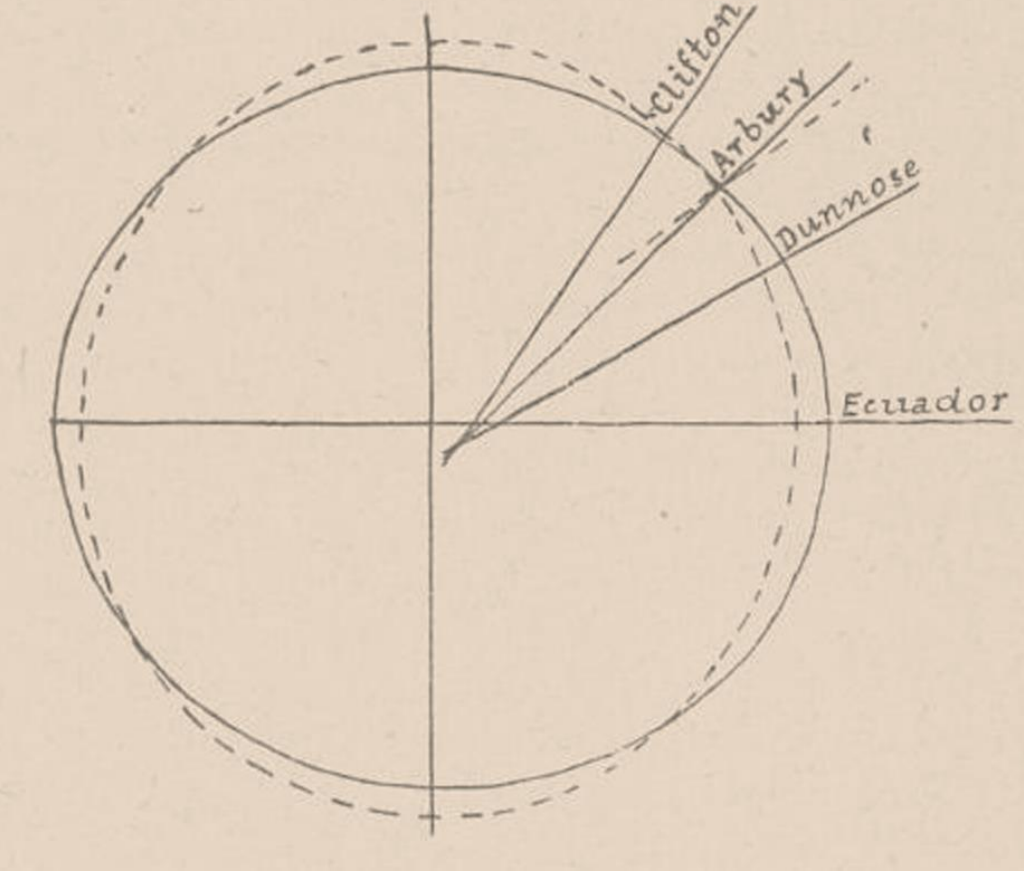
Nada más presentar la memoria anterior, en el año 1809, fue de nuevo comisionado por el gobierno para que examinara en Inglaterra los «*Establecimientos Científicos de aquella nación y en particular los destinados a la práctica y enseñanza de la astronomía, y sus aplicaciones a la Geografía y Navegación*». Todo indica que fue entonces cuando debió entablar algún tipo de relación con el *Ordnance Survey*, un organismo de reciente creación (1791) pero ya prestigioso. De ese modo pudo conocer las claves geodésicas de todas las operaciones llevadas a cabo en aquel país y en su colonia de la India; realizando un riguroso estudio crítico de las mediciones efectuadas por W. Mudge e I. Dalby, entre los años 1791 y 1802, en torno al vértice de Arbury Hill (al oeste del Observatorio de Cambridge), y que acabaría presentando a la *Royal Society* de Londres para que se publicara en su afamada revista *Philosophical Transactions*.

The principal Triangulation of Great Britain (1783-1851)

El trabajo se publicó en dicha revista, con el título que se indica, figurando en las páginas 321-351 del volumen correspondiente.

XVII. *Observations on the Measurement of three Degrees of the Meridian conducted in England by Lieut. Col.* William Mudge. *By Don* Joseph Rodriguez. *Communicated by* Joseph de Mendoza Rios, *Esq. F. R. S.*

Read June 4, 1812.



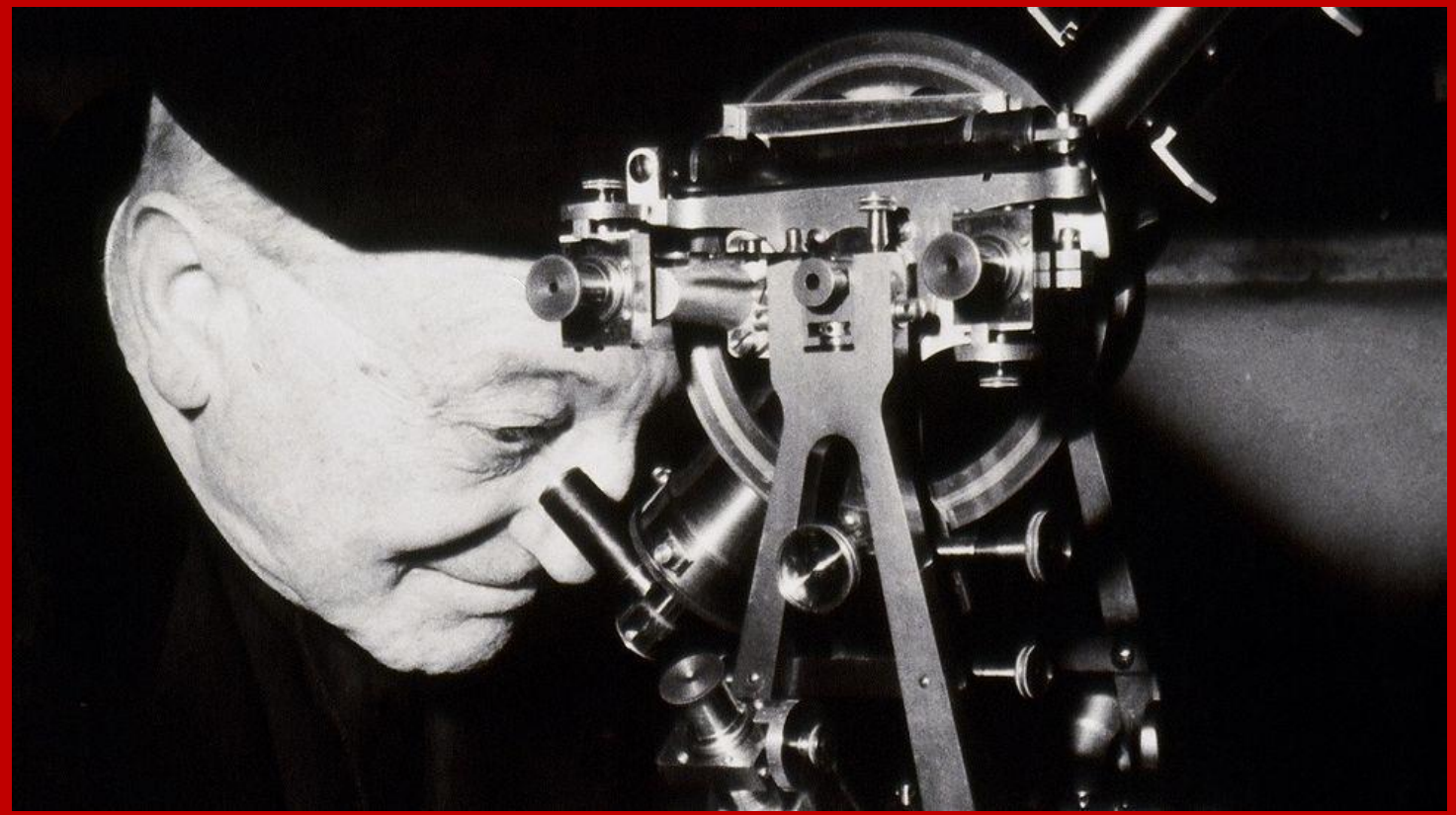
Esa comunicación de Rodríguez fue traducida al español por el sacerdote Ramón María Aller Ulloa, astrónomo estudioso de su vida y obra, en el año 1928, con el título *Observaciones sobre la medición de tres grados de meridiano dirigida en Inglaterra por el teniente Coronel William Mudge por Don Joseph Rodríguez*; formando parte del artículo *D. José Rodríguez González* (*O matemático de Bermés*) publicado en el año 1929 por el Seminario de Estudios Gallegos (pp. 27-95) y ocupando las últimas 23 páginas del mismo. En este trabajo de R.M. Aller se comenta ampliamente la aportación geodésica de su paisano, ilustrándola con una imagen elocuente que mostraba los dos elipsoides asociados tanto a las mediciones sin corregir (elipsoide prolato, trazo discontinuo) como a las ya ajustadas por Rodríguez (elipsoide oblato, trazo continuo).

D. José Rodríguez González (O matemático de Bermés)

POR RAMÓN M. ALLER

Publicado en:
Arquivos do Seminario d'Estudos Galegos - III - 1929
Seizón de Ciencias

NÓS, Publicacións Galegas e Imprenta - Real, 36-1.º - A CRUÑA



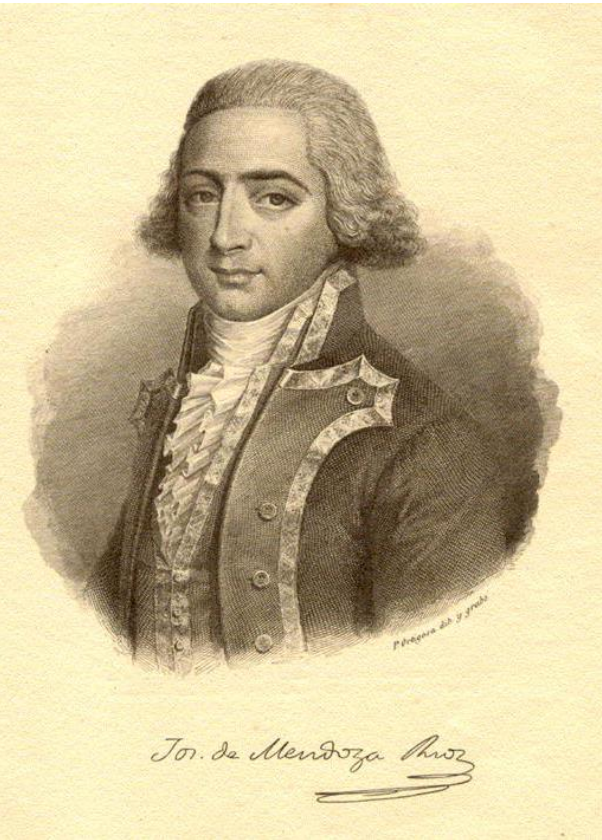
El sacerdote y astrónomo Ramón María Aller Ulloa

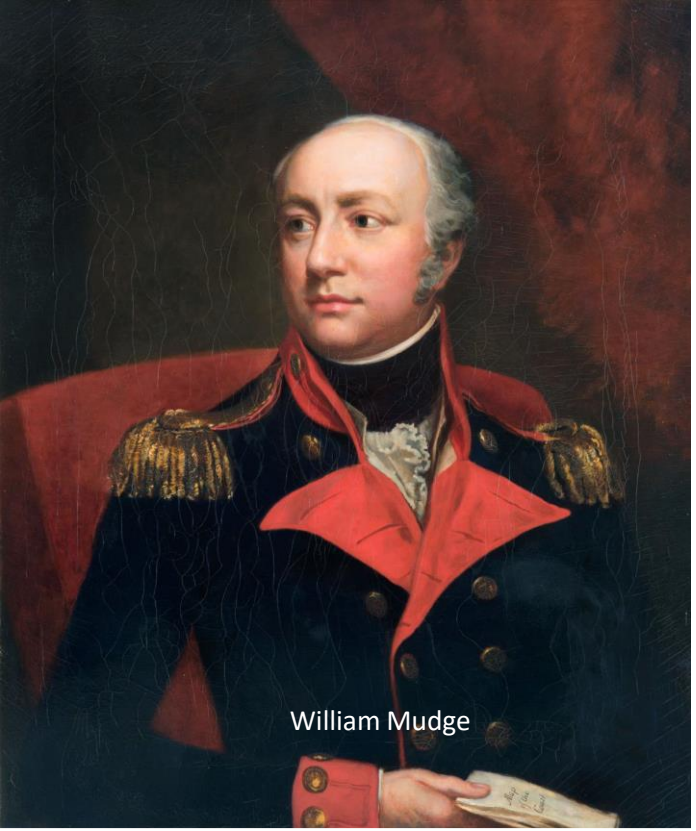
Biblio 3W
REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES
(Serie documental de *Geo Crítica)*
Universidad de Barcelona
ISSN: 1138-9796. Depósito Legal: B. 21.742-98
Vol. X, nº 557, 5 de enero de 2005

UNA COMUNICACIÓN DE J. MENDOZA Y RÍOS A LA ROYAL SOCIETY EN JUNIO DE 1812, DANDO CUENTA DE UN ESTUDIO GEODÉSICO REALIZADO POR J. RODRÍGUEZ

Al no tener constancia de la magnífica traducción efectuada por R. M. Aller, realicé otra en el año 2004, eligiendo por titulo el siguiente: Una Comunicación de J. Mendoza y Ríos a la *Royal Society* en junio de 1812, dando cuenta de un estudio geodésico realizado por J. Rodríguez; la cual fue publicada al año siguiente por la Universidad de Barcelona, dentro de su revista *Biblio 3W*. A continuación, se hace un apretado resumen de su contenido.

Tras resumir la historia de las mediciones de grado realizadas en diferentes partes del mundo, el autor se percata de que subsisten pocas dudas sobre el aplastamiento polar de la Tierra, a pesar de que las medidas inglesas hayan proporcionado un resultado opuesto: el desarrollo del grado más septentrional es igual a 60766 fathoms, mientras que su homólogo del extremo meridional es de 60884. El coronel Mudge halló el desarrollo de un grado de meridiano dividiendo el total medido por su amplitud angular, obtenida mediante observaciones astronómicas. José Rodríguez siguió un procedimiento diferente. El astrónomo y geodesta gallego adoptó como datos de partida la medida de la base, efectuada por Mudge, y los valores de los ángulos horizontales de los triángulos, obtenidos por medio de las observaciones de campo pertinentes. Asimismo, supuso que la forma y dimensiones de la Tierra eran previamente conocidas, gracias a otras mediciones de grado, de ahí que dedujera que la discrepancia era debida a los ángulos obtenidos por Mudge en el transcurso de sus observaciones astronómicas.




William Mudge

En primer lugar, se obtuvo la equivalencia en toesas de la base de Mudge, hallando después su logaritmo, tomado como logaritmo de arco. El radio de ese arco lo supuso coincidente con el del modelo terrestre elegido, su amplitud angular, su logaritmo seno y la cuerda, se deducen apoyándose en la metodología impuesta por Delambre. Los ángulos horizontales medidos se corrigen convenientemente para convertir los triángulos planos en esféricos, cuyos lados son previamente calculados como logaritmos senos para obtener después los logaritmos de los arcos. Al ser conocidos sus acimutes, se determinan la amplitud angular y el desarrollo lineal de las partes de meridiano correspondientes. El autor expresa los resultados en forma de dos tablas, una relativa a la serie de triángulos orientales y otra a la serie occidental. Una vez calculada la amplitud total del arco, resulta ser de 2º 50´21´´.97, mientras que el valor obtenido a través de la observación es de 2º 50´23´´.35, resultando así una diferencia de 1´´.38. Al analizar por separado las estimaciones de dos partes del arco, a uno y otro lado de la estación central de Arbury Hill, Rodríguez comprobó que la cantidad anterior es 4´´.7 mayor que la por él calculada, en cambio el último desarrollo calculado es 3´´.39 mayor que el deducido astronómicamente. De ahí su afirmación de que había un error próximo a los 5´´ en las observaciones astronómicas efectuadas en Arbury Hill, a pesar de la buena calidad de los instrumentos empleados y de la destreza y celo del observador. Procediendo de manera semejante a la anterior, con relación a la medida de Laponia, Rodríguez llega a un resultado que difiere en 0´´.6 del obtenido por Svanberg; con idéntico método deduce una diferencia de 0.53´´ para la medición efectuada en Bengala por el mayor Lambton. El matemático español aplicó también esa metodología al arco comprendido entre Dunkerque y París, encontrando en esta ocasión una discrepancia mayor: 2´´.60 más de lo obtenido por la observación.

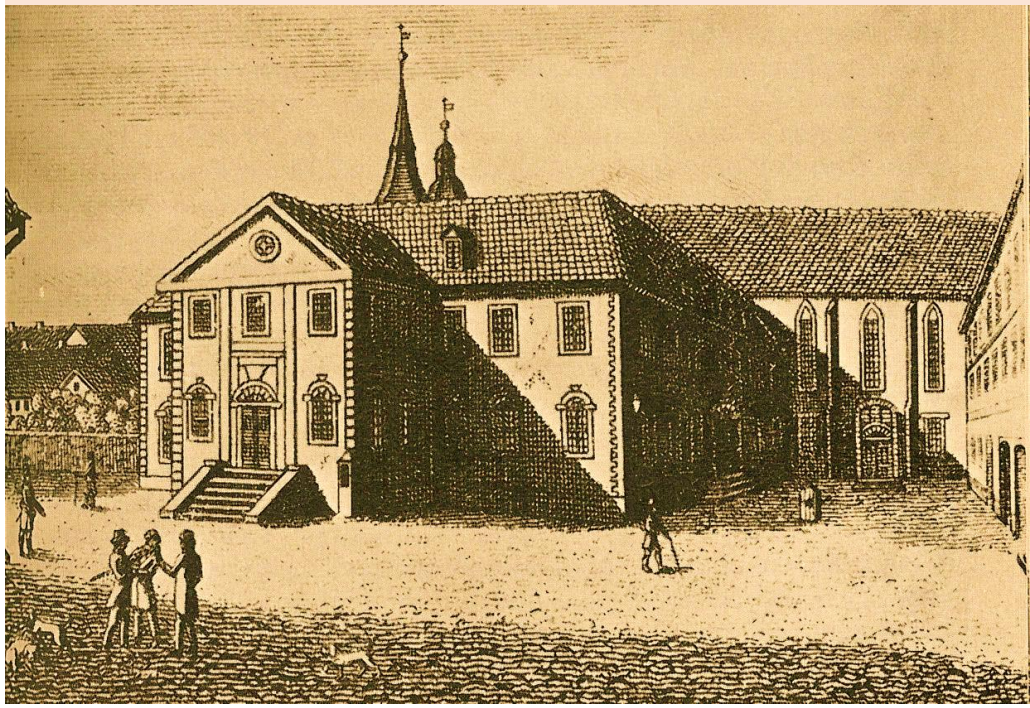
A parecido resultado llegó cuando analizó las medidas españolas efectuadas por Mechain entre Montjuic y Barcelona, comprobando que sus latitudes determinadas astronómicamente, tras largas series de distancias cenitales, se diferenciaban de los resultados obtenidos por el cálculo en unos 3´´.24. La explicación para tales irregularidades se atribuyó a las atracciones locales, Mudge opinaba concretamente que las diferencias deberían asociarse a las desviaciones de la vertical, producto de aquellas. En cambio, Rodríguez explicaba en su detallado artículo que la causa ha de buscarse en las propias observaciones, más que en otras fuentes ajenas a las mismas, desde el momento en que las relativas a diferentes estrellas proporcionan resultados contradictorios en más de cuatro segundos.

El rigor científico de la crítica geodésica de Rodríguez fue reconocido de inmediato por dos de los astrónomos más relevantes de su tiempo: el húngaro Franz Xaver von Zach y el francés Jean Baptiste Delambre, el cual se refería a nuestro protagonista como el sabio español. De la importancia que concedió a su trabajo, da fe el que lo resumiera para publicarlo en la prestigiosa revista *Connaissance des Temps*, del año 1816.

Le résultat que présentait la nouvelle mesure de degrés était trop extraordinaire et trop inattendu pour n'être pas sévèrement examiné; il le fut dans les *Transactions philosophiques* mêmes de 1812 par M. Rodriguez, savant espagnol; nous avons donné un extrait fidèle de son Mémoire dans la *Connaissance des Temps* de 1816 (¹). On y rend toute justice à la beauté et à la perfection des instruments, ainsi qu'à l'adresse et aux attentions scrupuleuses

Monumento a José Rodríguez González en su Bermés natal (Pontevedra)

La vieja Universidad de Göttingen en 1815



La lectura de Mendoza tuvo lugar un mes antes de que Rodríguez regresase a Santiago de Compostela, con la intención de incorporarse a su cátedra. De esa forma retomó la enseñanza de las *Matemáticas Sublimes*, hasta que en el año 1814 viaja de nuevo, en esta ocasión a Alemania, para perfeccionar sus conocimientos de Ciencias Naturales y Mineralogía, sobre todo. Allí estudió durante dos años, primero en la Escuela de Minas de Freyberg y después en la renombrada Universidad de Göttingen. No parece muy aventurado suponer que conociese a C. F. Gauss, máxime cuando Rodríguez había adquirido ya una sólida reputación geodésica y, como el sabio alemán, también dudaba ya de la idoneidad del elipsoide de revolución como forma real de la Tierra (poco tiempo después se se acuñaría el vocablo geoide para identificar a la superficie equipotencial del campo gravitatorio, que más se acerca al globo terráqueo).

Todo apunta a que fue entonces cuando escribió otro importante ensayo geodésico, muy poco divulgado, cuya relevancia fue reclamada por el matemático gallego Iván Fernández Pérez, cuando lo dio a conocer, en el año 2010; el cual había sido escrito en alemán: *Ueber die Gröfsenverhältnisse des Erd-Sphäroids* y publicado en la revista *Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften* (1817. Enero-Febrero. VII. pp 71- 81). Dicho artículo sería luego traducido al gallego por el propio I. Fernández, dentro del que tituló *A estadía de José Rodríguez González en Alemaña (1815-1817). Tradución dunha publicación súa*. El propio autor reconoce que se apoyó en una versión castellana previa debida a Manuel Sand, así figura al menos en la Revista Real Academia Galega de Ciencias. Vol.

Zeitschrift

für

Astronomie

und

verwandte Wissenschaften,

herausgegeben

von

B. von Lindenau und J. G. F. Bohnenberger.

Dritter Band.

Tübingen,
in der J. G. Cotta'schen Buchhandlung
1817.

VII.

Ueber die Gröfsenverhältnisse des Erd-Sphäroids. Von D. Joseph Rodriguez.

Die Bestimmung der Gestalt und Gröfse der Erde ist zu allen Zeiten ein Gegenstand der menschlichen Wifsbegierde gewesen, aber erst seit der Wiederherstellung der Wissenschaften in Europa, hat man sich ernsthaft mit dieser Aufgabe beschäftigt. Dafs die Erde eine convexe, nach allen Seiten begrenzte Oberfläche darbiete, war schon früher erwiesen. Die Voraussetzung einer Kugelgestalt war also die einfachste, und um sie zu bestätigen bedurfte es nur einiger Gradmessungen unter entfernten Breiten.

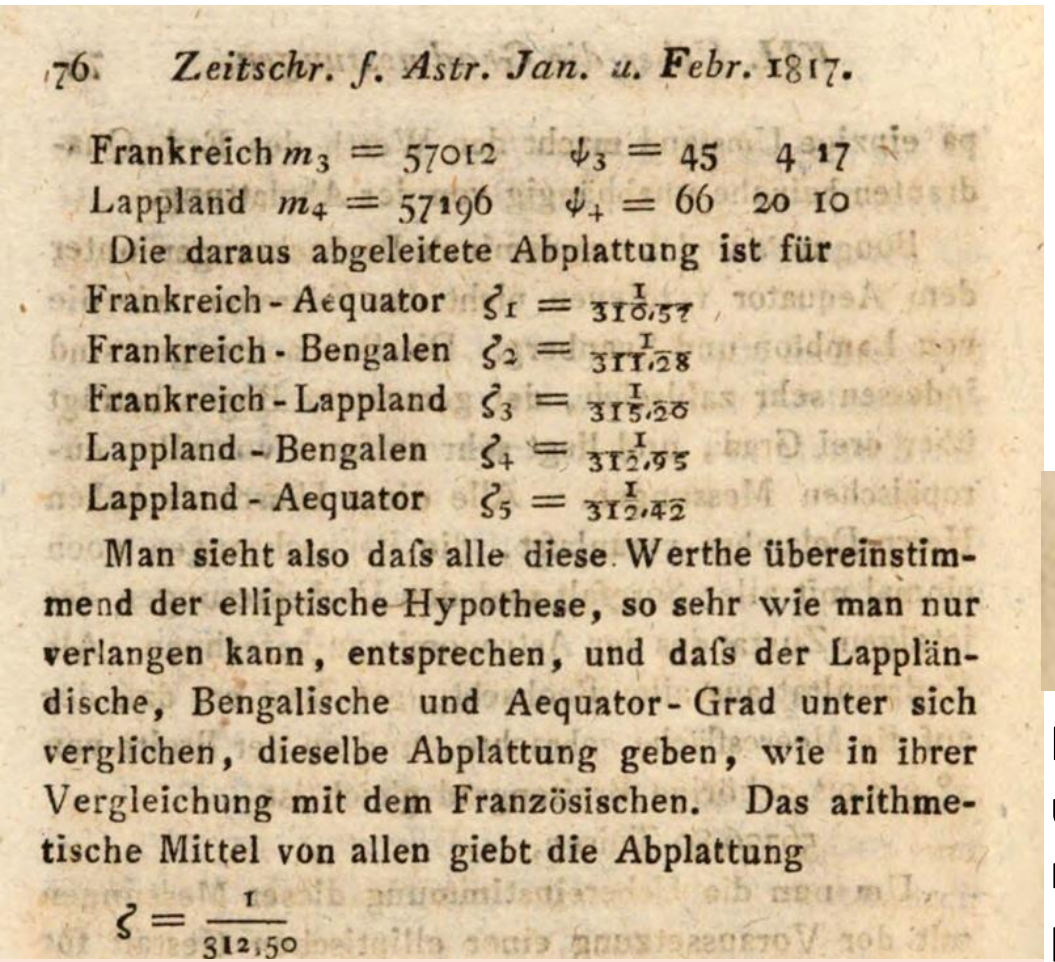
Als der grofse Newton die Weltkörper der Rechnung und dem Gesez der allgemeinen Schwere unterwarf, schlofs er schon ohne vorgängige Messung, die runde Gestalt der Planeten sei daraus eine unmittelbare Folge. Indefs war es hiezu nöthig voraus zu setzen, dafs diese Körper sich zur Zeit ihrer Bildung in einem Zustande von Flüfsigkeit oder Weichheit befunden hätten, der den Mafsentheilchen erlaubt hätte, eine gegenseitige Anziehung auszuüben.

Ausserdem sezte Newton Gleichförmigkeit der flüs-

XXX. Págs. 113-126 (2011). Esta segunda contribución geodésica de Rodríguez se centró, de acuerdo con su título (Sobre las proporciones del elipsoide terrestre) en el estudio de la forma de los diferentes elipsoides de revolución propuestos como modelos matemáticos de la Tierra; calculando para ello el aplastamiento de los mismos, esto es, el cociente entre la diferencia de sus ejes (máximo y mínimo) y el mayor de ellos.

Como forma del elipsoide de revolución definido por sus dos semiejes principales: a (ecuatorial y máximo) y b (polar y mínimo), puede adoptarse el llamado aplastamiento: $\alpha = (a - b) / a$, o bien el cuadrado de su primera excentricidad: $e^2 = (a^2 - b^2) / a^2$. Se demuestra que $e^2 = 2\alpha - \alpha^2 \approx 2\alpha$.

Este trabajo puede considerarse continuación del que años antes publicó la Royal Society, recordando en su introducción como la forma y las dimensiones de la Tierra habían merecido la atención de los grandes hombres desde tiempos remotos y que fue Newton el primero en romper con su modelo esférico, al asegurar que si la Tierra giraba sobre su eje, y no era del todo rígida, debería presentar un achatamiento polar; un hecho incontestable que fue probado indirectamente, y sin habérselo propuesto, por el francés Richer en la isla de Cayena, al constatar que el valor de la gravedad era menor en la colonia que en la metrópoli. También recordó Rodríguez como se confirmó la hipótesis newtoniana por medio de numerosas medidas geodésicas efectuadas en diferentes latitudes, mencionando expresamente las de Lambton en Bengala (1800) y las de la misma época llevadas a cabo en el Meridiano de Francia (prolongado hasta la isla de Formentera) y la nueva de Laponia, promovida por la Academia de Ciencias sueca y dirigida por Svanberg. Mención aparte merece que reconociera expresamente los cálculos relacionados con todas esas operaciones, que llevó acabo su amigo Delambre. Seguidamente procedió Rodríguez a explicar la manera de determinar el valor del aplastamiento, comparando entre si los desarrollos de los arcos medidos en tales lugares, exponiendo los resultados obtenidos: Francia-Ecuador (1/310.57), Francia-Bengala (1/311.28), Francia-Laponia (1/315.20), Laponia-Bengala (1/312.95), Laponia-Ecuador (1/312.42). Ante esa serie de



76. *Zeitschr. f. Astr. Jan. u. Febr.* 1817.

Frankreich $m_3 = 57012$ $\psi_3 = 45\ 4\ 17$
Lappland $m_4 = 57196$ $\psi_4 = 66\ 20\ 10$

Die daraus abgeleitete Abplattung ist für

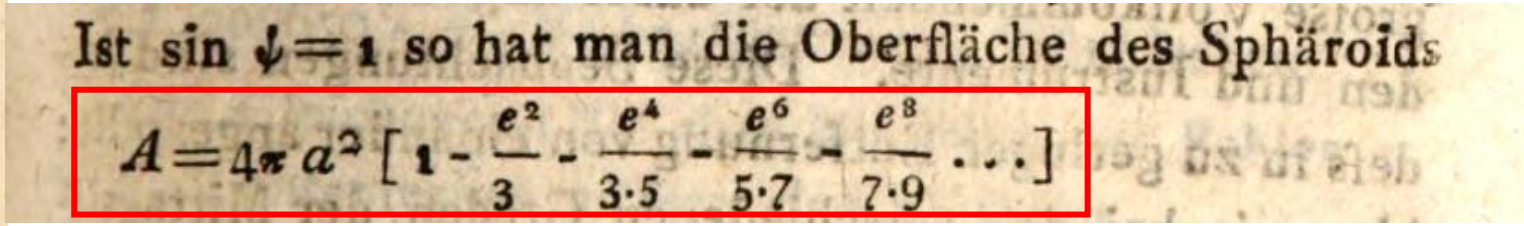
Frankreich - Aequator $\zeta_1 = \frac{1}{310,57}$
Frankreich - Bengalen $\zeta_2 = \frac{1}{311,28}$
Frankreich - Lappland $\zeta_3 = \frac{1}{315,20}$
Lappland - Bengalen $\zeta_4 = \frac{1}{312,95}$
Lappland - Aequator $\zeta_5 = \frac{1}{312,42}$

Man sieht also dafs alle diese Werthe übereinstimmend der elliptische Hypothese, so sehr wie man nur verlangen kann, entsprechen, und dafs der Lappländische, Bengalische und Aequator-Grad unter sich verglichen, dieselbe Abplattung geben, wie in ihrer Vergleichung mit dem Französischen. Das arithmetische Mittel von allen giebt die Abplattung

$$\zeta = \frac{1}{312,50}$$

Valores del aplastamiento polar calculados por José Rodríguez González

valores, estimó Rodríguez que debería considerarse como más adecuado el de la media aritmética de todos ellos, es decir $\alpha = 1/312.50$. para concretar otros aspectos geométricos del elipsoide expuso las fórmulas que permitían calcular el desarrollo de un arco de meridiano, entre dos paralelos dados, y la superficie del elipsoide, en función del semieje mayor (a) y de su primera excentricidad.

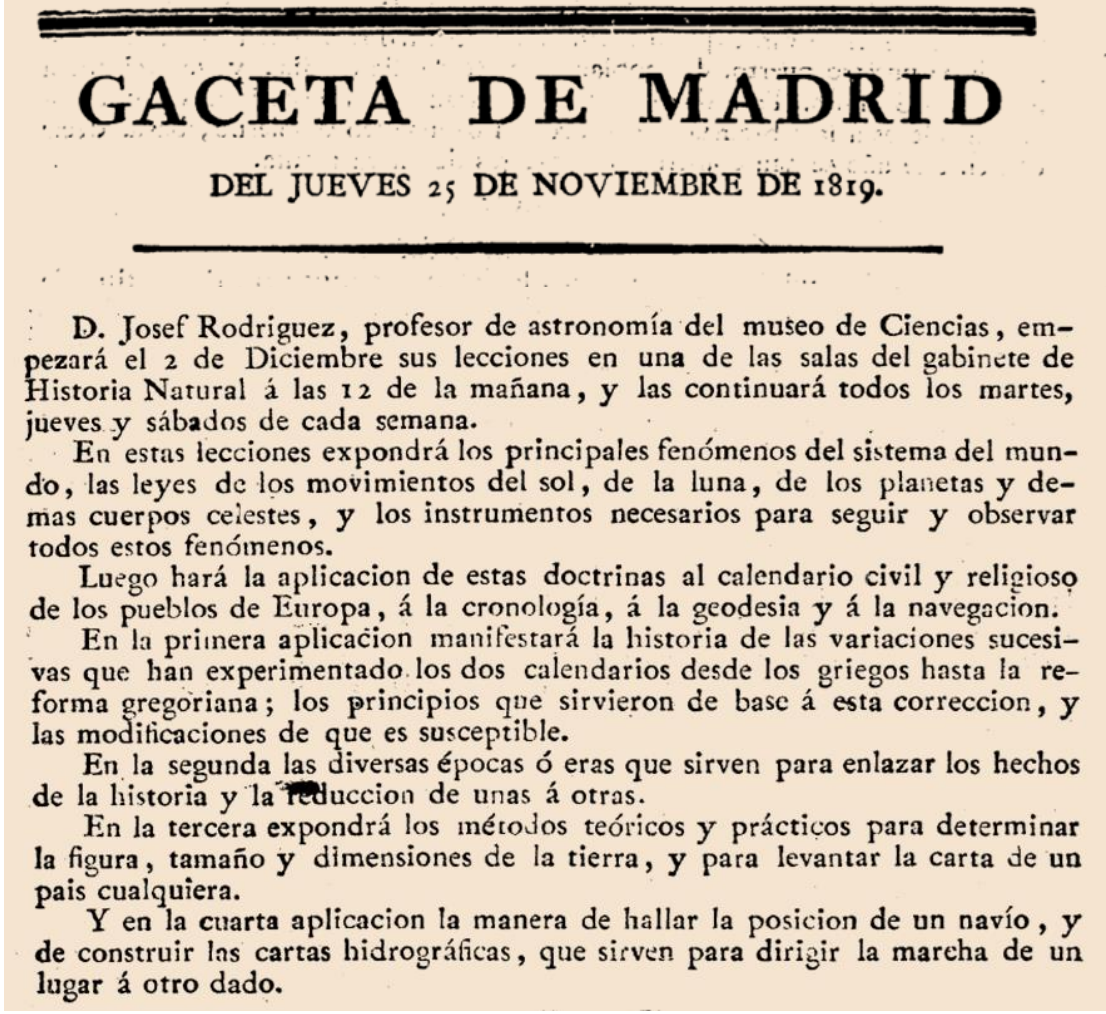


Ist sin $\psi = 1$ so hat man die Oberfläche des Sphäroids

$$A = 4\pi a^2 \left[1 - \frac{e^2}{3} - \frac{e^4}{3 \cdot 5} - \frac{e^6}{5 \cdot 7} - \frac{e^8}{7 \cdot 9} \ldots\right]$$

Rodríguez también obtuvo el valor del aplastamiento elipsoidal por una vía exclusivamente física, basándose en las medidas pendulares realizadas en el meridiano de Francia y en América central. El péndulo fue el instrumento gravimétrico por excelencia ya que tanto su periodo, como su longitud están ligados a la intensidad de la Gravedad. La base de las operaciones no era diferente de la experiencia ya citada de Richer, en la que se hizo evidente la que la gravedad aumentaba al acercarse a los polos, probando así la existencia del abultamiento ecuatorial de la Tierra. Rodríguez planteó un sistema de ecuaciones, relacionadas con todas las observaciones gravimétricas efectuadas, que resolvió por el método de los mínimos cuadrados, concluyendo que el valor más probable del aplastamiento era igual a 1/309.73. Aunque le merecieran mayor crédito los resultados de las observaciones geométricas de grado, optó por promediar los seis valores para fijar el aplastamiento en 1/312.

Finalizada su estancia en Alemania, se trasladó a París, también comisionado por el Gobierno, para completar su formación geológica; viajando acto seguido a Italia. Al parecer fue en París donde le ofrecieron dirigir el Depósito Geográfico de Rusia, atendiendo la orden del zar Alejandro I, posiblemente animado por su colaborador Agustín Betancourt y Molina, prestigioso ingeniero civil y militar afincado en aquel país. Sin embargo, Rodríguez rechazó la invitación y, en la primavera de 1819, se trasladó a Madrid, para hacerse cargo de la Cátedra de Astronomía; integrada en el Museo de Ciencias Naturales y ligada a la reorganización (reconstrucción) del Observatorio astronómico, el cual se hallaba en un estado deplorable desde que fuera arrasado por las tropas francesas. Su nombramiento debió hacerse el 2 de enero de 1819, según indicó Antonio Gil y Zárate en su *Noticia histórica del Observatorio de Madrid*, y recordó R. M. Aller. No obstante, no comenzaría a impartirlas hasta el día 2 de diciembre, según la noticia publicada en la Gaceta de Madrid del 25 de noviembre de ese mismo año; las clases serían semanales: martes, jueves y sábados, comenzando a las 12^h de la mañana. El contenido de las mismas figura igualmente en el mismo número de la Gaceta: en primer lugar, expondría los fundamentos de la Astronomía, para continuar con sus aplicaciones, debiendo subrayar en este contexto la tercera de ellas, por abordarse en ella «los métodos teóricos y prácticos para determinar la figura, tamaño y dimensiones de la Tierra, y para levantar la carta de un país cualquiera».



GACETA DE MADRID

DEL JUEVES 25 DE NOVIEMBRE DE 1819.

D. Josef Rodriguez, profesor de astronomía del museo de Ciencias, empezará el 2 de Diciembre sus lecciones en una de las salas del gabinete de Historia Natural á las 12 de la mañana, y las continuará todos los martes, jueves y sábados de cada semana.

En estas lecciones expondrá los principales fenómenos del sistema del mundo, las leyes de los movimientos del sol, de la luna, de los planetas y demas cuerpos celestes, y los instrumentos necesarios para seguir y observar todos estos fenómenos.

Luego hará la aplicacion de estas doctrinas al calendario civil y religioso de los pueblos de Europa, á la cronología, á la geodesia y á la navegacion.

En la primera aplicacion manifestará la historia de las variaciones sucesivas que han experimentado los dos calendarios desde los griegos hasta la reforma gregoriana; los principios que sirvieron de base á esta correccion, y las modificaciones de que es susceptible.

En la segunda las diversas épocas ó eras que sirven para enlazar los hechos de la historia y la reduccion de unas á otras.

En la tercera expondrá los métodos teóricos y prácticos para determinar la figura, tamaño y dimensiones de la tierra, y para levantar la carta de un pais cualquiera.

Y en la cuarta aplicacion la manera de hallar la posicion de un navío, y de construir las cartas hidrográficas, que sirven para dirigir la marcha de un lugar á otro dado.

Observatorio astronómico de Madrid

El encargo de dirigir el Observatorio no se hizo efectivo hasta el 22 de julio de 1821. Cuando Rodríguez tomo posesión del mismo, lo hizo con la intención de volverlo a poner en funcionamiento, aunque fueron tantas y variadas las dificultades a las que se enfrentó que no pudo consumar su tarea. El Anuario de dicho Observatorio, para 2025, incluye como colofón un artículo de su director (Rafael

Bachiller García), titulado El Matemático Rodríguez, director del Real Observatorio (1819-1923), en el que se analizan con sumo detalle tales vicisitudes. Alguna fue tan patética como la ocurrida en 1824, cuando se le pidió una memoria sobre el estado del observatorio, en la que debería indicar el número de empleados, sueldos y otros gastos de conservación y «de todo lo más que pueda contribuir a su organización y a propagar los conocimientos geográficos». En la respuesta del director se incluyó el siguiente párrafo: «…en el citado Observatorio no ya más empleado que el Profesor de Astronomía del Museo y un Guardia provisional, para impedir que roben las maderas y planos…». Otra de las situaciones penosas se produjo con relación a la confección del calendario de 1822, al manifestar «Esto bien lo merezco yo por mi fatuidad de fiarme de semejantes perillanes, pero los cinco mil reales que debo entregar al Observatorio, serán para mí una buena lección en lo sucesivo».

Las dos cumbres más conocidas de Sierra Nevada, posiblemente visitadas por José Rodríguez González en el primer semestre del año 1822

Una de las últimas aportaciones científicas de Rodríguez fue la referida a Sierra Nevada, un brevísimo apunte sobre su geología que fue publicado en los *Annales de Chimie et de Physique* (1822, pp 99-101) con el título *Notice geógnostique sur la Sierra Nevada*. Los trabajos de campo debió realizarlos en el primer semestre del año 1822, ya que el 18 de abril escribió una carta, desde Almería, en la que manifestaba: «Yo visité todo este país, y en el Cabo de Gata hice una buena colección de minerales raros, que solo se encuentran allí», añadiendo que pensaba visitar las Alpujarras, la comarca principal de dicha sierra. La noticia evidencia el permanente interés del autor por esa disciplina y el respeto que le tenían los editores de la revista (Gay- Lussac y Arago); ellos fueron los que escribieron la introducción del trabajo: «D. JOSEF RODRÍGUEZ, directeur de l´Observatoire de Madrid et l´un des élèves les plus distingués de l´Ecole de Freyberg, vient de nous communiquer des résultats intéressans sur la composition geognostique de la Sierra Nevada de Grenade». Aunque se den en él interesantes detalles geológicos de la misma, han de ser desatacados ahora los datos altimétricos que proporciona: concretamente las altitudes de dos de sus cumbres más señaladas, Mulhacén (4254 varas ≈3531 m) y Veleta (4153 varas ≈ 3447 m); previamente obtenidas por el naturalista valenciano Simón de Rojas Clemente y Rubio, entre 1804 y 1809. Finalmente, ponderó tanto la

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME VINGTIÈME.

17362

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, Cloître Saint-Benoît, n° 16,
près celle des Mathurins.

1822.

distillée; une petite quantité s'y est seulement dissoute, car la solution précipitait par l'acide nitrique l'infusion de noix de galle, et était troublée par la chaleur.

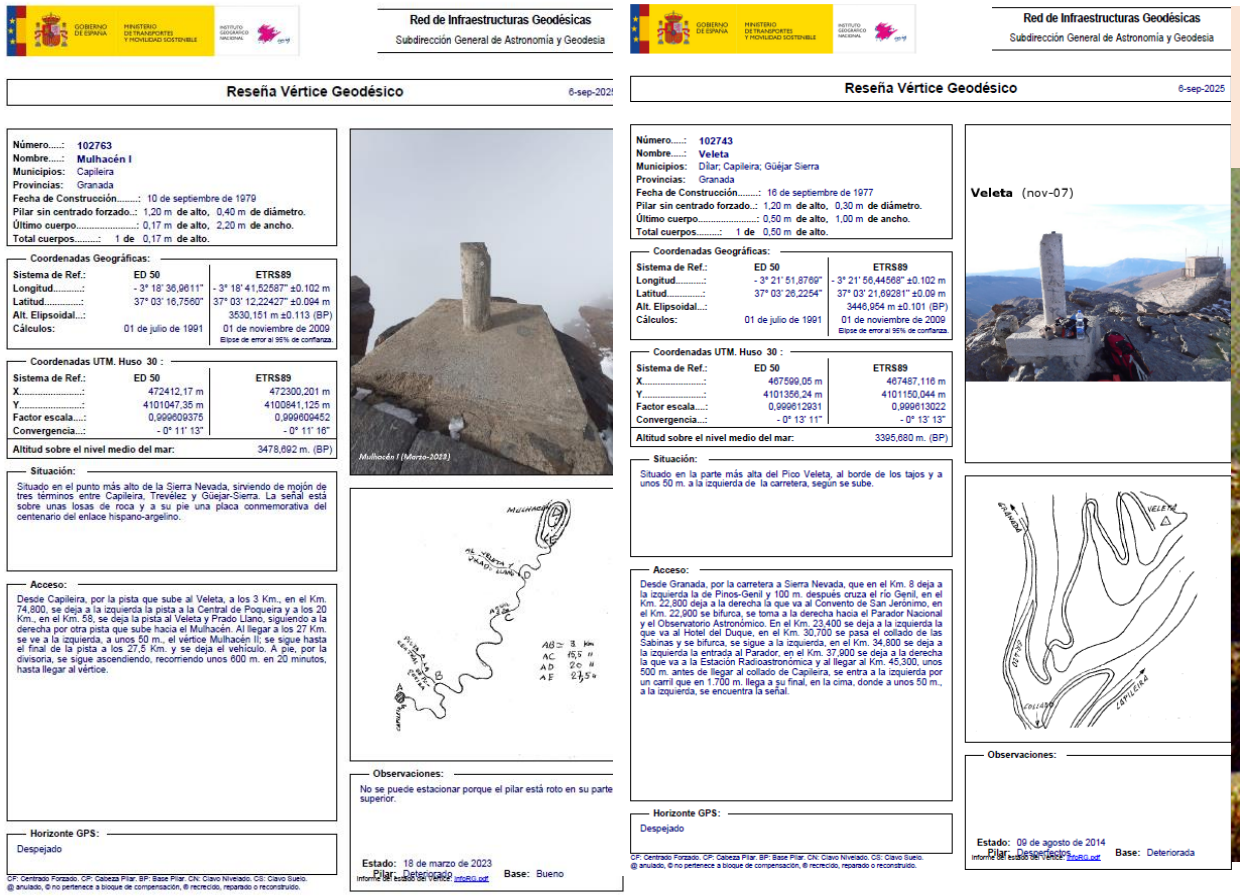
Nous avons placé cette solution dans un tube de verre recourbé en siphon, et nous l'avons soumise à un courant galvanique : elle ne s'est nullement troublée; mais après y avoir ajouté quelques gouttes d'une solution de chlorure de sodium, nous avons observé au pole positif qu'elle est devenue laiteuse, et qu'elle a déposé des flocons blancs.

Cette expérience démontre évidemment que l'albumine pure n'est point précipitée par la pile voltaïque, que la cause de sa précipitation observée au pole positif est due à un des élémens du sel qu'elle contient dans son état naturel, et qui, devenant libre par cette opération, s'y unit et la précipite de son dissolvant.

Notice *géognostique sur la* Sierra Nevada.

Dⁿ Josef Rodriguez, directeur de l'Observatoire de Madrid et l'un des élèves les plus distingués de l'Ecole de Freyberg, vient de nous communiquer des résultats intéressans sur la composition géognostique de la *Sierra Nevada* de Grenade. Cette chaîne, plus élevée que les Pyrénées, et couverte, dans quelques points, de neiges éternelles, est à-peu-près perpendiculaire au méridien. D'après le nivellement géométrique de Dⁿ Clemente Rojas, le Picacho de Veleta s'élève jusqu'à 4153 varas castellanas = 3447 mètres au-dessus de la mer :

altitud de la Sierra, que concluyó la noticia afirmando: «Le terrain qui entoure cette chaîne de montagnes est si élevé que la plate-forme supérieure de la tour de la cathédrale de Grenade est déjà à 944 varas = 784 mètres au-dessus du niveau de la mer». Las altitudes anteriores, no muy exactas en términos absolutos, si permiten fijar con poca incertidumbre el desnivel entre el Mulhacén y el Veleta (alrededor de 84 m), baste decir que de la información geodésica suministrada por el Instituto Geográfico Nacional se deduce un valor próximo a los 83 m. Igual de reseñable es que cite la altitud de la Torre de la Catedral de Granada, ya que podría ser la primera vez en que se obtuvo. Concluye esta reseña reproduciendo la sentida semblanza de Rodríguez, que hizo su paisano R. M. Aller: «…Aún en medio de sinsabores, aún cuando quiere enfadarse y parecer terrible, asoma una especie de sonrisa, que para ser volteriana es demasiado simple. Se le conoce en todas las cartas el grande aprecio que hace de la amistad, sin hacer de ello ostentación…Socorre a su familia con largueza y aún acaso excediéndose».


Red de Infraestructuras Geodésicas
Subdirección General de Astronomía y Geodesia

Reseña Vértice Geodésico 6-sep-2025

Número.....: 102763
Nombre.....: Mulhacén I
Municipios: Capileira
Provincias: Granada
Fecha de Construcción.....: 10 de septiembre de 1979
Pilar sin centrado forzado..: 1,20 m de alto, 0,40 m de diámetro.
Último cuerpo.....: 0,17 m de alto, 2,20 m de ancho.
Total cuerpos.....: 1 de 0,17 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 3° 18' 36,9611"	- 3° 18' 41,52687" ±0.102 m
Latitud.....:	37° 03' 16,7560"	37° 03' 12,22427" ±0.094 m
Alt. Elipsoidal...:		3530,151 m ±0.113 (BP)
Cálculos:	01 de julio de 1991	01 de noviembre de 2009

Elipse de error al 95% de confianza.

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	472412,17 m	472300,201 m
Y.....:	4101047,35 m	4100841,125 m
Factor escala...:	0,999609375	0,999609452
Convergencia...:	- 0° 11' 13"	- 0° 11' 16"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 3478,692 m. (BP)

Situación:
Situado en el punto más alto de la Sierra Nevada, sirviendo de mojón de tres términos entre Capileira, Trevélez y Güejar-Sierra. La señal está sobre unas losas de roca y a su pie una placa conmemorativa del centenario del enlace hispano-argelino.

Acceso:
Desde Capileira, por la pista que sube al Veleta, a los 3 Km., en el Km. 74,800, se deja a la izquierda la pista a la Central de Poqueira y a los 20 Km., en el Km. 58, se deja la pista al Veleta y Prado Llano, siguiendo a la derecha por otra pista que sube hacia el Mulhacén. Al llegar a los 27 Km. se ve a la izquierda, a unos 50 m., el vértice Mulhacén II; se sigue hasta el final de la pista a los 27,5 Km. y se deja el vehículo. A pie, por la divisoria, se sigue ascendiendo, recorriendo unos 600 m. en 20 minutos, hasta llegar al vértice.

Horizonte GPS:
Despejado

CP: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.
@ anulado, © no pertenece a bloque de compensación, ® recrecido, reparado o reconstruido.

Mulhacén I (Marzo-2023)

Observaciones:
No se puede estacionar porque el pilar está roto en su parte superior.

Estado: 18 de marzo de 2023 Pilar: Deteriorado Base: Bueno
Informe del estado del Vértice: InfoRG.pdf

Red de Infraestructuras Geodésicas
Subdirección General de Astronomía y Geodesia

Reseña Vértice Geodésico 6-sep-2025

Número.....: 102743
Nombre.....: Veleta
Municipios: Dílar; Capileira; Güéjar Sierra
Provincias: Granada
Fecha de Construcción.....: 16 de septiembre de 1977
Pilar sin centrado forzado..: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.
Último cuerpo.....: 0,50 m de alto, 1,00 m de ancho.
Total cuerpos.....: 1 de 0,50 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 3° 21' 51,8769"	- 3° 21' 56,44568" ±0.102 m
Latitud.....:	37° 03' 26,2254"	37° 03' 21,69281" ±0.09 m
Alt. Elipsoidal...:		3446,954 m ±0.101 (BP)
Cálculos:	01 de julio de 1991	01 de noviembre de 2009

Elipse de error al 95% de confianza.

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	467599,05 m	467487,116 m
Y.....:	4101356,24 m	4101150,044 m
Factor escala...:	0,999612931	0,999613022
Convergencia...:	- 0° 13' 11"	- 0° 13' 13"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 3395,680 m. (BP)

Situación:
Situado en la parte más alta del Pico Veleta, al borde de los tajos y a unos 50 m. a la izquierda de la carretera, según se sube.

Acceso:
Desde Granada, por la carretera a Sierra Nevada, que en el Km. 8 deja a la izquierda la de Pinos-Genil y 100 m. después cruza el río Genil, en el Km. 22,800 deja a la derecha la que va al Convento de San Jerónimo, en el Km. 22,900 se bifurca, se toma a la derecha hacia el Parador Nacional y el Observatorio Astronómico. En el Km. 23,400 se deja a la izquierda la que va al Hotel del Duque, en el Km. 30,700 se pasa el collado de las Sabinas y se bifurca, se sigue a la izquierda, en el Km. 34,800 se deja a la izquierda la entrada al Parador, en el Km. 37,900 se deja a la derecha la que va a la Estación Radioastronómica y al llegar al Km. 45,300, unos 500 m. antes de llegar al collado de Capileira, se entra a la izquierda por un carril que en 1.700 m. llega a su final, en la cima, donde a unos 50 m., a la izquierda, se encuentra la señal.

Horizonte GPS:
Despejado

CP: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.
@ anulado, © no pertenece a bloque de compensación, ® recrecido, reparado o reconstruido.

Observaciones:

Estado: 09 de agosto de 2014 Pilar: Desperfectos Base: Deteriorada
Informe del estado del Vértice: InfoRG.pdf

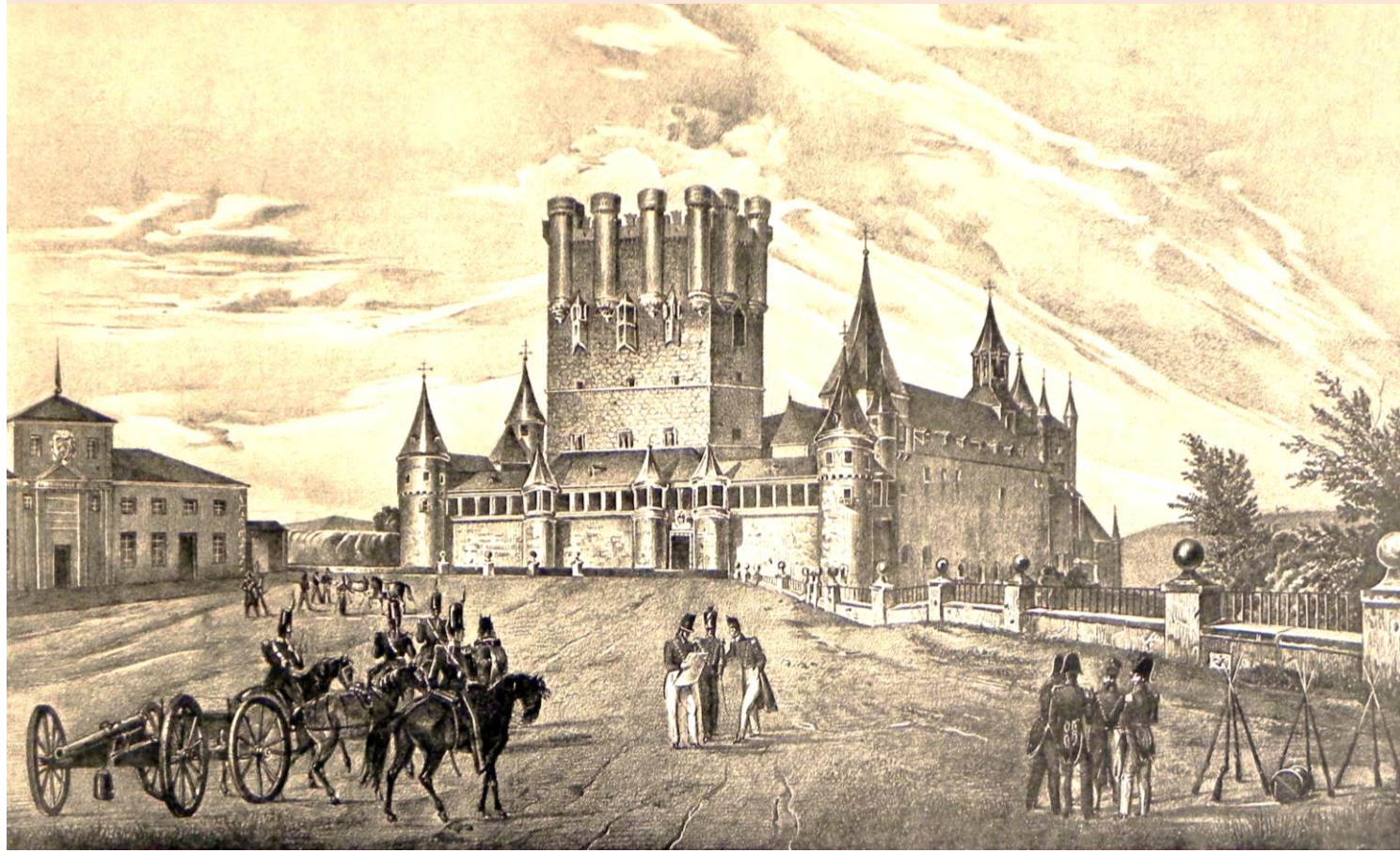
Reseñas de los vértices geodésicos localizados en las cumbres del Mulhacén (i) y del Veleta (d). Se acompaña también una fotografía del antiguo vértice construido en la Torre mocha de la catedral de Granada.

Frutos Saavedra Meneses (1823-1868)

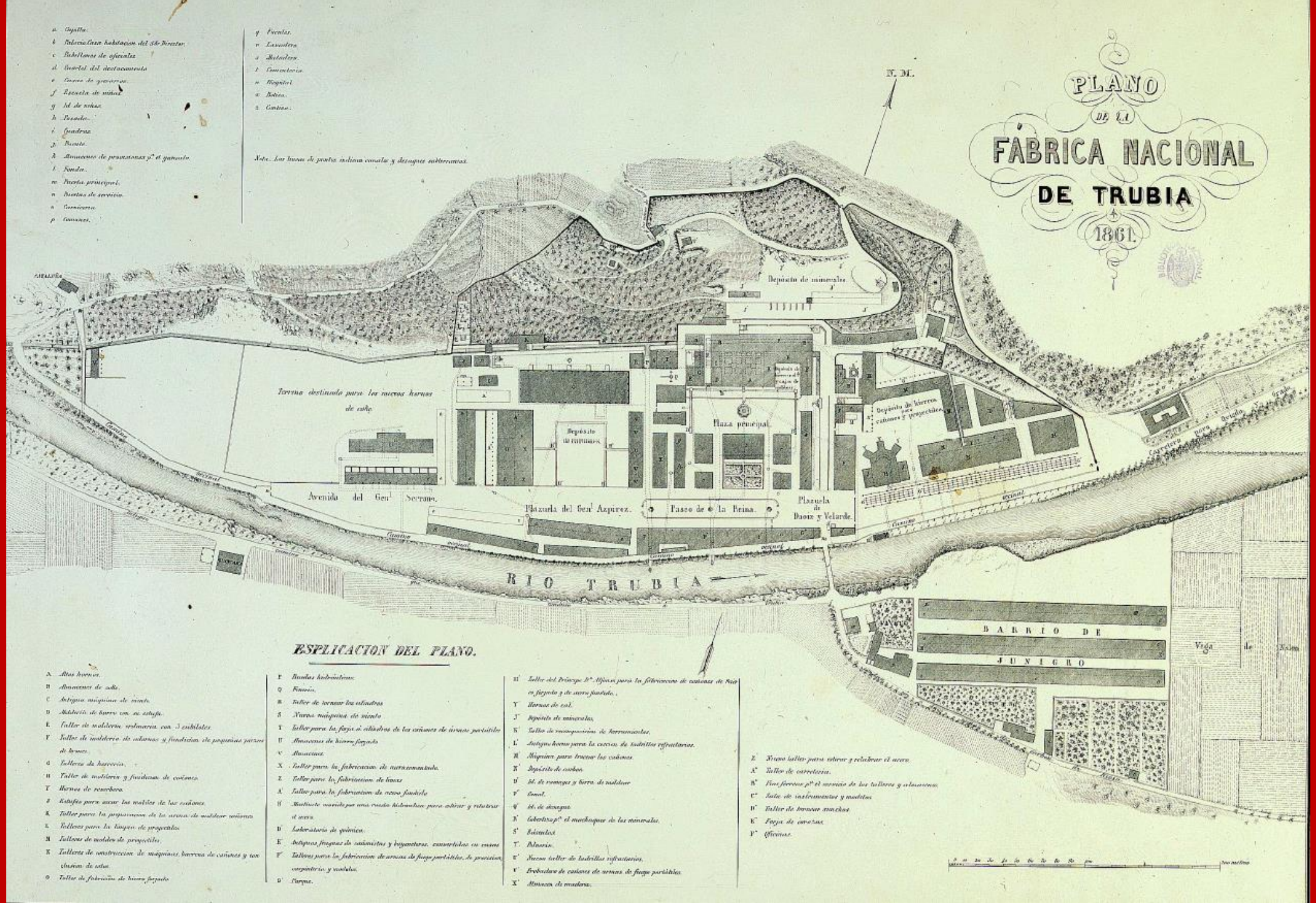
Geodesta, Coronel de Artillería y Académico ferrolano, que gozó de reconocido prestigio en la comunidad científica del siglo XIX, gracias a los trabajos desarrollados en el seno de la Comisión del Mapa de España. De entre todos ellos destacaron los relacionados con la regla que diseñó, junto a su gran amigo Carlos Ibáñez, para que se construyera en los prestigiosos talleres parisinos de Jean Brunner. Con ese instrumento, la regla de la Comisión, se mediría después la base central de la red geodésica española, una operación de primer orden y sin parangón en su tiempo, lo que supuso la proyección internacional de ambos personajes. Nace Frutos Saavedra Meneses en Ferrol, cursando allí sus primeros estudios, para trasladarse, aún adolescente a la ciudad de Segovia. En su antiguo Colegio de Artillería, se convierte pronto en un alumno aplicado y aventajado, tal como apuntaba Pedro Alcántara de la Llave, uno de los profesores: «se distinguió en él desde alumno por un clarísimo talento, espíritu de orden admirable, y un gran amor al estudio…y aún cuando no me cupo la satisfacción de contarle entre los discípulos de mi clase, su nombre era citado frecuentemente por mis compañeros, como uno de los que seguramente darían honor al Colegio».

Saavedra fue después profesor en dicho Colegio de Fortificación, Topografía y Geodesia, atribuyéndole Alcántara los siguientes méritos: « La referida enseñanza obtuvo notables adelantamientos en fortificación, topografía y geodesia bajo la dirección del profesor Saavedra: y todavía se presentan los planos que con su clase levantó en Segovia, como acabados modelos de minuciosidad y exactitud gráfica, pues amante de las teorías generales en la cátedra y en el libro, era esmeradísimo y detenido en todos los detalles de ejecución». Previamente había prestado sus servicios en la Fábrica de Armas de Trubia, donde inició sus trabajos como artillero; su estancia en esa villa asturiana la recordaba Carlos Ibáñez, al tiempo que señalaba como «sus múltiples ocupaciones no le impidieron efectuar el levantamiento topográfico de la fábrica y alrededores, además de los planos de los hornos, máquinas e instrumentos recientemente colocados»; también han de recordarse sus estancias en Bélgica, Francia e Inglaterra, que tanto aprovechó primero en Trubia y después en Segovia.

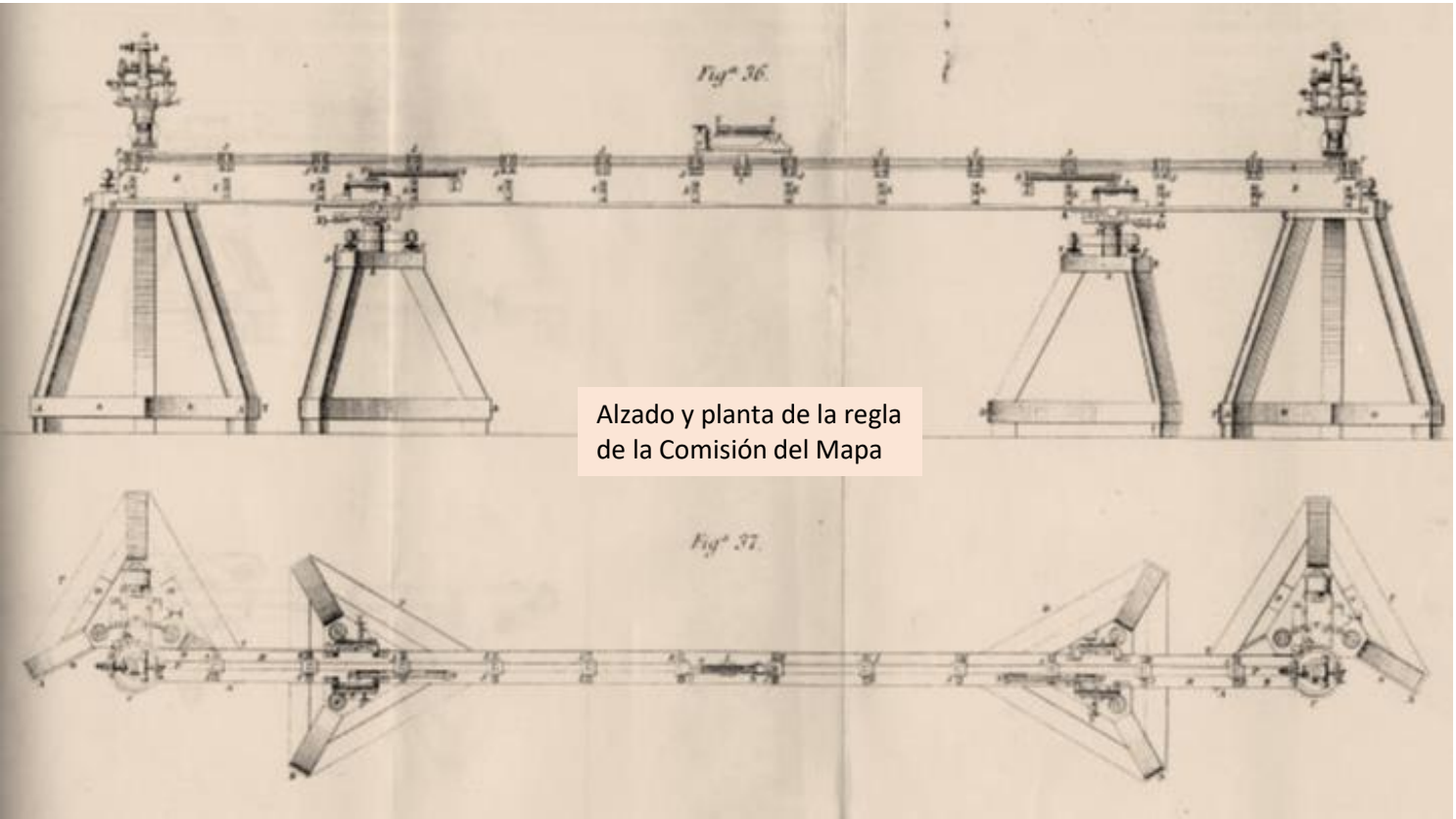
Alumnos del Real Colegio de Artillería en el Alcázar de Segovia



El importante protagonismo geodésico de Saavedra fue asimismo referido por Ibáñez, primero con relación a su etapa docente en el Colegio de Artillería y luego a su misión en la Comisión del Mapa. Dejando atrás lo relativo al

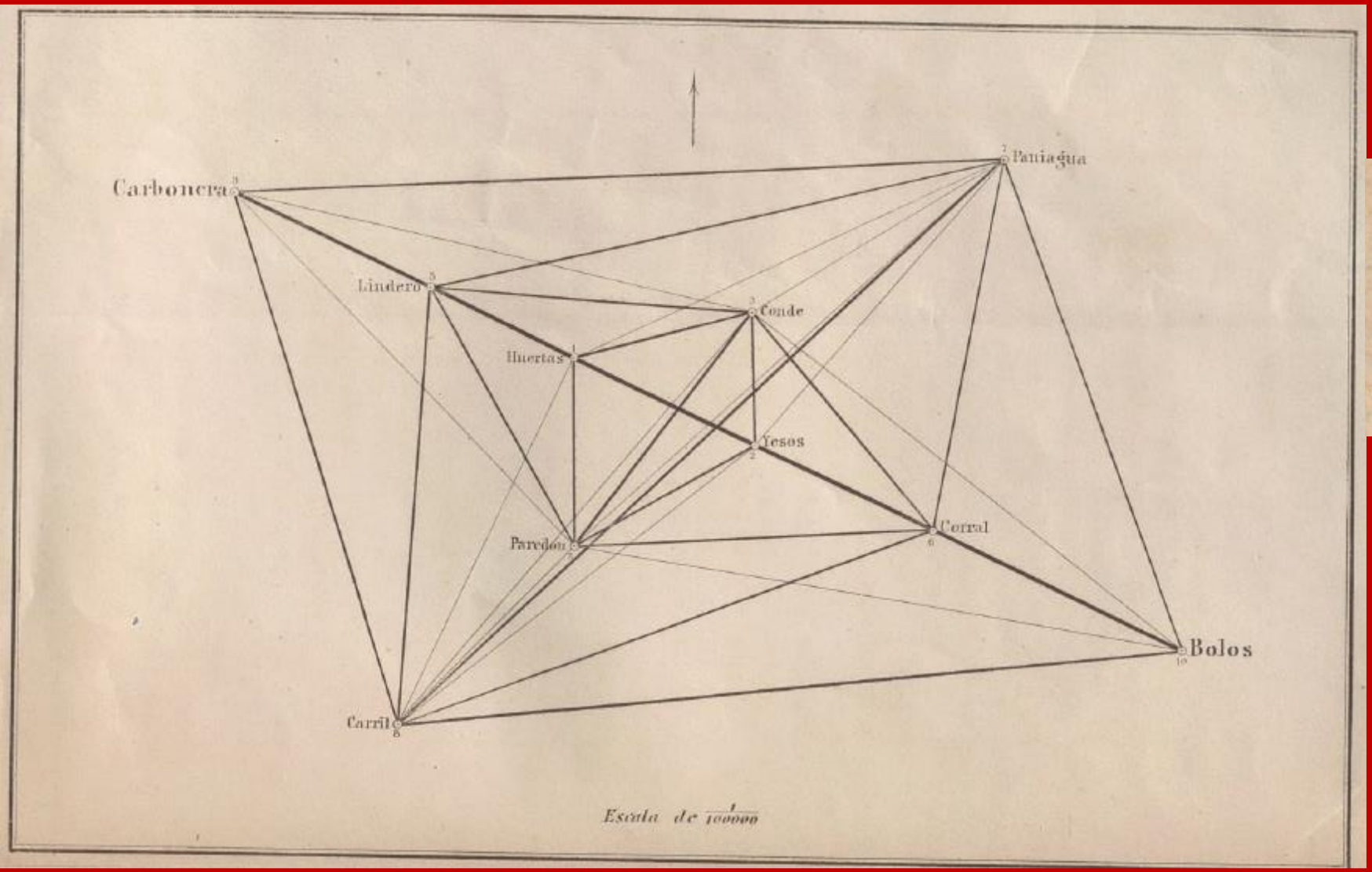

PLANO
DE LA
FÁBRICA NACIONAL
DE TRUBIA
1861.
N. M.
a Capilla.
b Palacio. Casa habitacion del Sr. Director.
c Pabellones de oficiales.
d Cuartel del destacamento.
e Casas de guardas.
f Escuela de niñas.
g Id. de niños.
h Posada.
i Quadras.
j Puente.
k Almacenes de provisiones p.a el ganado.
l Fonda.
m Puerta principal.
n Puertas de servicio.
o Cuadras.
p Comunes.
q Escuelas.
r Lavaderos.
s Matadero.
t Cementerio.
u Hospital.
v Botica.
x Cantina.
Nota. Las líneas de puntos indican canales y desagues subterraneos.
Depósito de minerales.
Terreno destinado para los nuevos hornos de coke.
Depósito de ruedas.
Plaza principal.
Depósito de hierros para cañones y proyectiles.
Avenida del Gen.l Serrano.
Plazuela del Gen.l Azpiroz.
Paseo de la Reina.
Plazuela de Duoiz y Velarde.
Camino vecinal.
Carretera para Oviedo y Gijon.
RIO TRUBIA
BARRIO DE JUNIGRO
Vega de Nalon
ESPLICACION DEL PLANO.
A Altos hornos.
B Almacenes de sales.
C Antiguo máquina de viento.
D Antiguo de barro con su estufa.
E Taller de moldeo ordinario con 3 cubilotes.
F Taller de moldeo de adornos y fundicion de pequeñas piezas de hornos.
G Talleres de herrería.
H Taller de moldeo y fundicion de cañones.
I Hornos de recuberar.
J Estufas para secar los moldes de los cañones.
K Taller para la preparacion de la arena de moldear cañones.
L Talleres para la limpieza de proyectiles.
M Talleres de moldeo de proyectiles.
N Talleres de construccion de máquinas, barrenos de cañones y torcimiento de estos.
O Taller de fabricacion de hierro forjado.
P Ruedas hidráulicas.
Q Pinario.
R Taller de tornear los cilindros.
S Nueva máquina de viento.
T Taller para la forja á cilindros de los cañones de armas portátiles.
U Almacenes de hierro forjado.
V Almacenes.
X Taller para la fabricacion de naranjonado.
Z Taller para la fabricacion de lanzas.
A' Taller para la fabricacion de acero fundido.
B' Martinete movido por una rueda hidráulica para estirar y retostar el acero.
D' Laboratorio de química.
E' Antiguas fraguas de cañonistas y bayonetaros, convertidas en casas.
F' Talleres para la fabricacion de armas de fuego portátiles, de precision, carpintería y modelos.
G' Parque.
H' Taller del Príncipe D.n Alfonso para la fabricacion de cañones de hierro forjado y de acero fundido.
I' Hornos de coke.
J' Depósito de minerales.
K' Taller de reemplazamiento de herramientas.
L' Antiguo horno para la coccion de ladrillos refractarios.
M' Máquina para tornear los cañones.
N' Depósito de carbon.
O' Id. de remaches y hierro de moldear.
P' Canal.
Q' Id. de desagüe.
R' Cobertizo p.a el machaqueo de los minerales.
S' Baños.
T' Polvorin.
U' Nuevo taller de ladrillos refractarios.
V' Probadero de cañones de armas de fuego portátiles.
X' Almacen de madera.
Z' Nuevo taller para estirar y calibrar el acero.
A'' Fuelles de carretería.
B'' Rías férreas p.a el servicio de los talleres y almacenes.
C'' Sala de instrumentos y modelos.
D'' Taller de tornear muñones.
E'' Forja de corazas.
F'' Oficinas.
100 metros

tratado de fortificación, conviene transcribir sus últimas palabras para esa primera etapa: «Sus lecciones en la cátedra de geodesia se llevaron a toda la altura que la ciencia había alcanzado, y le dieron a conocer en este ramo, que el Gobierno español se decidía por fin a mandar cultivar prácticamente en la formación de un Mapa general del territorio, que por entonces se decretó». Continuaba Ibáñez mencionando su participación en la referida Comisión, creada por Real Decreto del nueve de noviembre del año 1853: « A la Comisión del mapa envió el cuerpo de artillería, como su representante, al capitán Saavedra; y habiéndome cabido a mí la fortuna de formar desde el primer momento subcomisión con él, he sido testigo de sus importantes trabajos, que tendría gran placer en describiros menudamente, si la ocasión y el lugar no me lo vedasen. El archivo del Instituto geográfico, … es el más elocuente apologista de Saavedra en el tiempo que a las operaciones geodésicas se dedicó: proyecto de un gran aparato de medir bases; determinación de los coeficientes de dilatación lineal de las barras de platino y de latón que de él forman parte; comparación de estas barras con la célebre regla de Borda, núm. 1; medición de la base central de la red de primer orden; triangulación especial para el estudio de la cuestión tan debatida en el extranjero entre los partidarios de grandes y pequeñas bases; cálculos de todas las observaciones por el método de los mínimos cuadrados; nivelación geodésica en las llanuras de Madridejos; proyecto de una cadena de triángulos, que



Alzado y planta de la regla de la Comisión del Mapa

Los triángulos asociados a la BASE DE MADRIDEJOS (Carbonera – Bolos)



		Medicion	Triangulacion	Diferencias
		m	m	m
Seccion	1.ª	3077,459	3077,462	—0,003
	2.ª	2216,397	2216,399	—0,002
	3.ª	2766,604	»	»
	4.ª	2723,425	2723,422	+0,003
	5.ª	3879,000	3879,002	—0,002
Base. . .		14662,885	14662,889	—0,004.

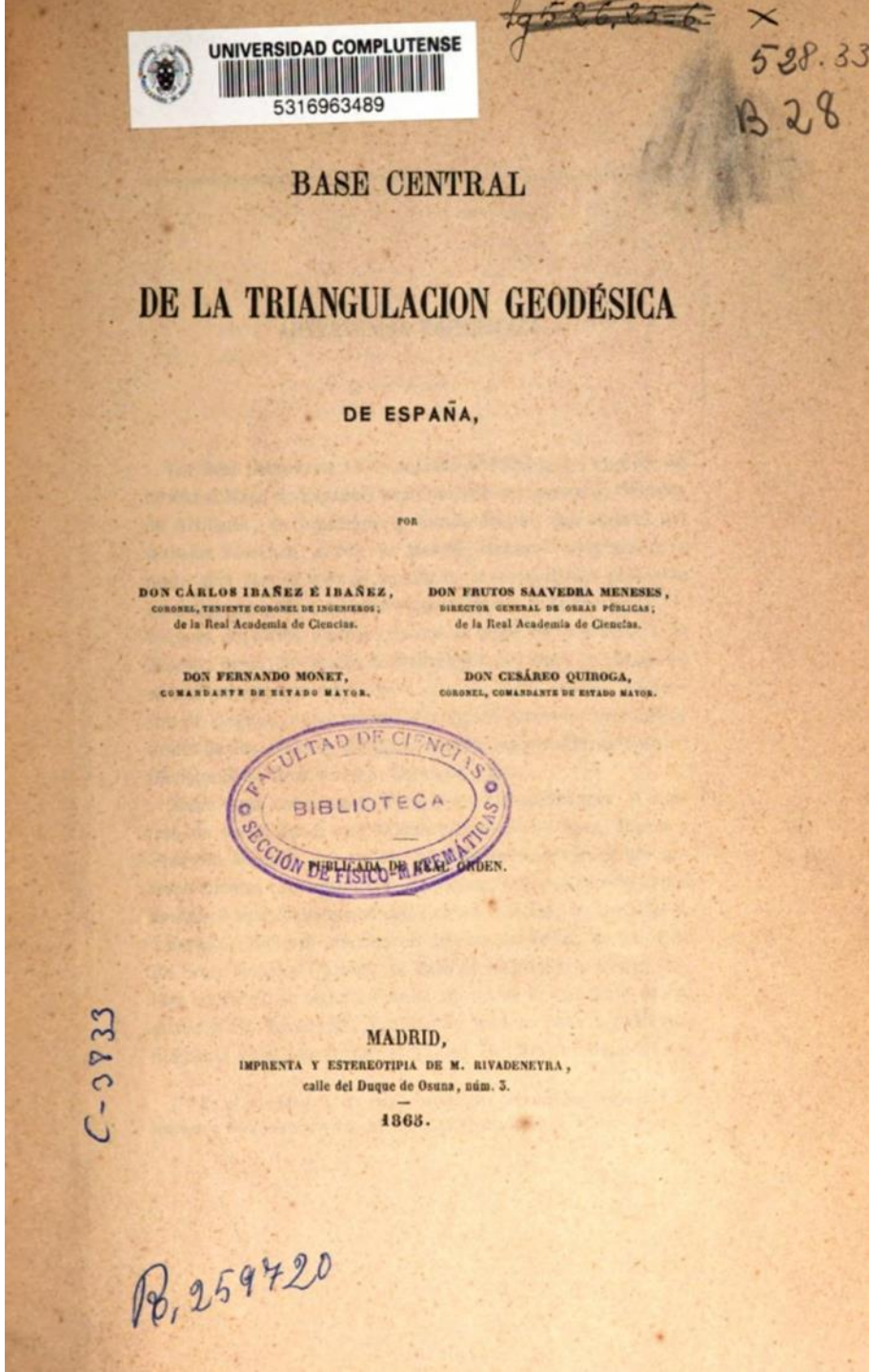
Sección 1ª Bolos - Corral
Sección 2ª Corral - Yesos
Sección 3ª Yesos - Huertas
Sección 4ª Huertas - Lindero
Sección 5ª Lindero - Carbonera

partiendo de la base central y siguiendo la dirección del meridiano de Madrid hacia la costa Norte, se prolongase después a lo largo de esta, hasta enlazar con la red de triángulos francesa… Desde el principio de las operaciones geodésicas para el nuevo mapa, dio ya Saavedra numerosas muestras de clarísimo talento, de vasta instrucción, de laboriosidad sin igual, y de una especialísima aptitud para las delicadas observaciones que llevó a feliz término. Por espacio de seis años tuve la dicha de compartir con mi malogrado amigo algunas de las tareas de que fue

Medida de la BASE CENTRAL DE MADRIDEJOS, con la regla de la Comisión.

encargado; seis años hemos vivido casi constantemente bajo el mismo techo o nos hemos cobijado en la misma tienda, sin que jamás desmayase su ánimo esforzado ante los penosos trabajos y continuas privaciones a que se veía expuesto, y que afrontaba con perseverancia verdaderamente ejemplar».

En la medición de la base de Madridejos participaron también Fernando Monet, Comandante de Estado Mayor, y Cesáreo Quiroga, Coronel, Comandante de Estado Mayor; ambos formaron pareja con Saavedra e Ibáñez al hacer las observaciones pertinentes. Los cuatro militares figurarían como autores de la obra en que se detallaron los pormenores de la operación: Base Central de la Triangulación Geodésica de España, publicada en Madrid en el año 1865. Su contenido se estructuró del modo siguiente: Advertencia preliminar; C. I) Disposiciones preparatorias; C.II) Medición de la Base; C. III) Teodolito y señales, C. IV) Triangulación; C. V) Compensación de la red trigonométrica; C. VI) Nivelación (Usando el método de observaciones recíprocas y simultáneas); Conclusión; A. 1) Temperaturas observadas durante la medición; A. 2) Valores angulares correspondientes a las lecturas micrométricas de los teodolitos; A. 3) Valores angulares de las partes de los niveles; A. 4) Observaciones relativas a la triangulación, A. 5) Observaciones de las distancias cenitales ; A. 6) Observaciones meteorológicas; A. 7) Observaciones relativas a la flexión de los anteojos; A. 8) Nivelación de la base, deducida de la inclinación de las reglas; A. 9) Comparación de la regla geodésica egipcia con la española; A. 10) Publicaciones relativas a los trabajos geodésicos ejecutados en diferentes países (una extensa y valiosísima recopilación bibliográfica); A. 11) Estado de la triangulación geodésica de España el 30 de octubre de 1865.


UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
5316963489
528.33
B 28

BASE CENTRAL

DE LA TRIANGULACION GEODÉSICA

DE ESPAÑA,

POR

DON CÁRLOS IBAÑEZ É IBAÑEZ,
CORONEL, TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS;
de la Real Academia de Ciencias.

DON FRUTOS SAAVEDRA MENESES,
DIRECTOR GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS;
de la Real Academia de Ciencias.

DON FERNANDO MONET,
COMANDANTE DE ESTADO MAYOR.

DON CESÁREO QUIROGA,
CORONEL, COMANDANTE DE ESTADO MAYOR.

FACULTAD DE CIENCIAS
BIBLIOTECA
SECCIÓN DE FÍSICO-MATEMÁTICAS

PUBLICADA DE REAL ORDEN.

MADRID,
IMPRENTA Y ESTEREOTIPIA DE M. RIVADENEYRA,
calle del Duque de Osuna, núm. 3.
1865.

C-0433
B, 259720

ESTADOS

QUE COMPRENDEN LOS PROMEDIOS DE LAS OBSERVACIONES ORDINARIAS DE CADA DIA DE MEDICION.

DIA 1.

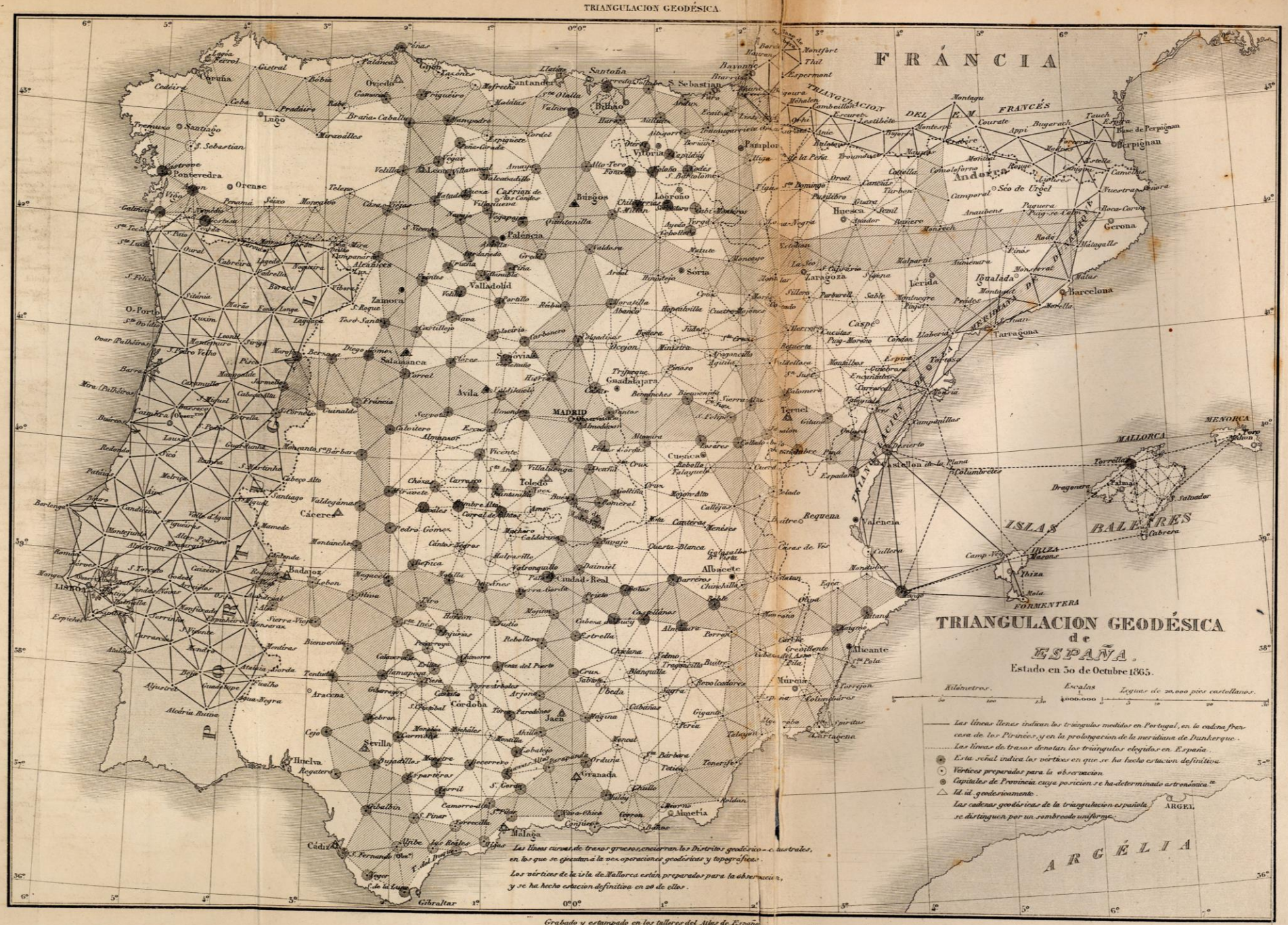
1.ª SECCION. 22 DE MAYO DE 1858.

Horas	Posiciones de las reglas	I	$c_1 = 7797 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} I$	p'	p''	l'	l''
h m		° ′ ″	mm	v	v	v	v
7 43	1	— 1 10 00	0,8082		10,919	7,706	7,304
8 39	2	— 2 54 20	5,0117	13,613	14,034	6,319	4,993
9 15	3	— 1 49 50	1,9895	13,240	14,503	6,208	5,147
50	4	— 1 12 00	0,8550	13,103	15,019	6,049	5,718
10 18	5	— 0 56 30	0,2197	14,009	14,603	7,252	4,987
41	6	— 1 31 50	1,3909	14,109	14,183	7,542	4,631
11 0	7	— 1 15 10	0,9319	13,716	15,373	7,381	5,749
43	8	— 1 57 00	2,2576	13,629	14,488	7,519	4,860
12 4	9	— 1 05 00	0,6968	13,441	14,514	7,122	4,901
1 0	10	— 1 17 00	0,9779	14,088	14,872	8,173	5,261
43	11	— 0 50 20	0,4179	12,281	14,382	6,211	4,783
2 10	12	— 0 40 20	0,2683	13,192	15,650	7,112	5,989
45	13	— 1 23 50	1,1591	12,673	14,016	6,404	4,471
3 4	14	— 1 08 00	0,7626	13,259	14,702	7,023	5,159
28	15	— 0 29 20	0,1419	12,939	14,541	6,765	4,963
54	16	— 1 03 10	0,6581	12,776	14,817	6,614	5,243
5 9	17	— 0 27 00	0,1202	13,196	16,603	6,558	7,450
40	18	— 0 37 20	0,2299	12,908		11,116	6,516
	18 R.		18,8972	226,152	247,241	129,074	98,125

Ibañez. *Saavedra.*

Teodolito Repsold (1865) usado por Saavedra e Ibáñez

Estado de la Red Geodésica española en el 30 de octubre de 1865. se incluyó en el mapa la prolongación de la triangulación del meridiano de Francia hast las costas levantinas, así como su enlace con Ibiza y Formentera. Se representaron también los perímetros de los Distritos geodésico-catastrales, en los que se ejecutan a la vez operaciones geodésicas y topográficas.



Los reconocimientos para Frutos Saavedra y Carlos Ibáñez no se hicieron esperar, pues pronto fueron propuestos como miembros de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. El primero fue elegido miembro el día cuatro de diciembre del año 1860 y el segundo seis meses después, el día 11 de mayo de 1861; sus correspondientes tomas de posesión tuvieron lugar el 23 de febrero de 1862 y el 8 de marzo de 1863. Es decir que Saavedra vio recompensado su esfuerzo antes que su gran amigo, aunque el protagonismo de ambos fuese igualmente indiscutible. No obstante parece cierto que la pronta desaparición del primero pudo contribuir, en cierto modo, al desconocimiento de su labor fuera del círculo de los especialistas. La desinformación llega hasta tal punto que en ocasiones la figura de Saavedra es eclipsada por la arrolladora personalidad del segundo, reproduciéndose así la situación planteada un siglo antes con otros dos geodestas sublimes: Antonio de Ulloa y Jorge Juan.

Joseph Louis François Bertrand, matemático y economista, además de Secretario Perpetuo de la Academia de Ciencias de París desde 1874.

El impacto causado por la medición de la base de Madridejos en la geodesia europea se mantenía intacto veinte años después, según se desprende del acto celebrado en la Academia de Ciencias de París; en cuyo transcurso, Joseph Bertrand, su Secretario General, manifestaba: «Les deux amis ne voulurent pas seulement construire une bonne Carte; leur noble ambition, qu'ils ont su realiser, était d'associer leur pays au mouvement scientifique qui, parti, comme on sait, du sein de notre ancienne Academie, avait pour but l'étude de la figure de la Terre". L’Espagne, en abordant la Géodésie scientifique, dépasait pour son coup d'essai la précision obtenue jusqu'alors par les plus habiles observateurs. Les noms d'Ibañez et de Saavedra étaient désormais inséparables dans l'histoire de la Science».

AÑO CCIII.—NÚM. 77. JUEVES 17 DE MARZO DE 1864. 16 CUARTOS.

SE SUSCRIBE

En Madrid en el despacho de libros de la IMPRENTA NACIONAL.

PRECIOS DE SUSCRICION.

MADRID.... Por un mes..... 12 rs.
Por tres meses..... 36

SE SUSCRIBE

En provincias, en todas las ADMINISTRACIONES DE CORREOS.
En París, C. A. SAAVEDRA, rue de Richelieu, núm. 97.

Se reciben los anuncios todos los dias en la Administracion, de diez de la mañana á cuatro de la tarde.

PRECIOS DE SUSCRICION.

PROVINCIAS, INCLUSAS LAS ISLAS BALEARES Y CANARIAS...	Por un mes.....	21 rs.
	Por tres meses.....	60
	Por seis meses.....	120
	Por un año.....	220
ULTRAMAR.....	Por un mes.....	30
	Por tres meses..	90
EXTRANJERO....	Por tres meses.....	72
	Por seis meses.....	144

No se recibirá bajo ningun pretexto carta ó pliego que no venga franqueado.

GACETA DE MADRID.

REALES DECRETOS.

Vengo en admitir la dimision que D. Tomás de Ibarrola me ha presentado del cargo de Director general de Obras públicas; quedando satisfecha del celo é inteligencia con que lo ha desempeñado, y declarándole cesante con el haber que por clasificacion le corresponda.

Dado en Palacio á diez y seis de Marzo de mil ochocientos sesenta y cuatro.

ESTÁ RUBRICADO DE LA REAL MANO.
EL MINISTRO DE FOMENTO,
AUGUSTO ULLOA.

Atendiendo á las circunstancias que concurren en D. Frutos Saavedra Meneses, Diputado á Córtes,

Vengo en nombrarle Director general de Obras públicas.

Dado en Palacio á diez y seis de Marzo de mil ochocientos sesenta y cuatro.

ESTÁ RUBRICADO DE LA REAL MANO.
EL MINISTRO DE FOMENTO,
AUGUSTO ULLOA.

Nada más terminar de medir la base de Madridejos, Saavedra abrazó la política, como diputado de la Unión Liberal por Pontedeume, ejerciendo como tal entre 1860 y 1866. En ese periodo fue nombrado Director General de Obras Públicas (Real Decreto del 16 de marzo de 1864), cargo que figuró en la portada de la obra Base Central de la triangulación Geodésica de España, junto a su condición de miembro de la Real Academia de Ciencias. Años después, su amigo Ibáñez lamentaba con afecto esa elección, formulando estas preguntas retóricas: « ¿Por qué vino la política a arrebatarnos a nuestro colega, entregado hasta entonces sin reserva a las tareas científicas y literarias, para lanzarlo en las agitadas luchas del Parlamento y en los cuidados de la Administración, que no dejan ni un momento de solaz?, ¿qué no podían las ciencias y las letras esperar de él, si hubiese continuado exclusivamente atento a su progresivo desarrollo, con la tranquilidad de ánimo que requieren tan pacíficas investigaciones?». Ello no fue óbice para que Ibáñez se refiriera con admiración a uno de los discursos pronunciados por Saavedra en el Congreso de los Diputados, en el que había subrayado la importancia de los trabajos geodésicos, topográficos y estadísticos. Después de haber hecho un recorrido histórico, en el que recordó la brillante participación de Jorge Juan y Antonio de Ulloa en la medida del grado en Perú, Saavedra terminó afirmando: « Aquellas tradiciones gloriosas se perdieron,

como tantas otras se han perdido; pero llegaron tiempos mejores, y la Comisión geológica primero, la del mapa geográfico después, y la Junta de Estadística más tarde, han impulsado estos estudios, y los han hecho con toda la perfección que permiten los conocimientos modernos».

Tal como puso de manifiesto Ibáñez, Saavedra no descuidó sus estudios geodésicos durante su carrera política, su aportación más sobresaliente fue el discurso *Los Progresos de la Geodesia*, con el que ingresó en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; una lección magistral que giró en torno a la historia de esa rama de las Ciencias de la Tierra. El discurso comienza recordando la figura del académico sustituido, Manuel Fernández de los Senderos que fue jefe y profesor de Saavedra en la Academia de Segovia, mencionando sus grandes méritos y dejando constancia de que su etapa como alumno en el Alcázar segoviano fueron los días más apacibles de su vida. Ibáñez comentó que tuvo muy buena acogida: «la Academia lo recibió con notorias muestras de aprobación, y el público le tributó oportunamente sus alabanzas…no puede darse modelo más acabado de precisión científica y de elegancia literaria”.

Escudo y medalla de los académicos de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

DISCURSOS

LEIDOS ANTE

LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES,

EN LA RECEPCION PÚBLICA DE

D. FRUTOS SAAVEDRA MENESES.

MADRID.

IMPRENTA Y LIBRERÍA DE D. EUSEBIO AGUADO.—PONTEJOS, 8.

1862.

DISCURSO

DEL SEÑOR

DON FRUTOS SAAVEDRA MENESES

SOBRE

LOS PROGRESOS DE LA GEODESIA.

Al Exmo Sor D Manuel García Gallardo
Su affmo amigo y compañero
Vicente N. Queipo

CONTESTACION

AL DISCURSO ANTERIOR

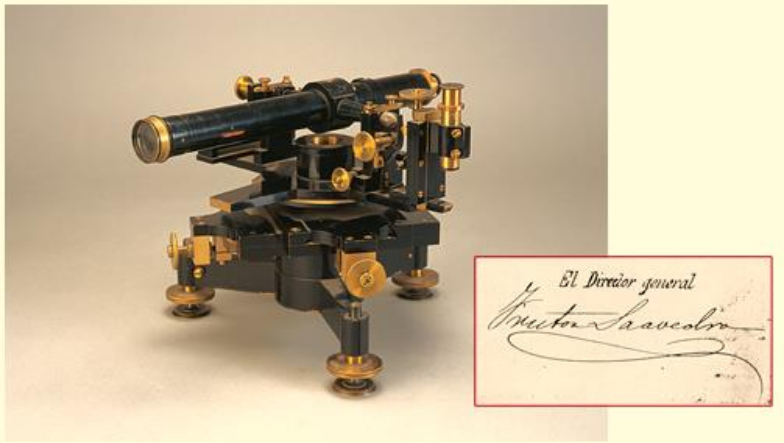
POR EL EXCMO. SR. D. VICENTE VAZQUEZ QUEIPO,

ACADEMICO DE NUMERO.

En representación de la academia de Ciencias, pronunció el preceptivo discurso de recepción Vicente Vázquez Queipo, ilustre matemático lucense, el cual comenzó recordando su vivo interés por la geodesia y alabando la intervención del nuevo académico, a quien se refirió como «entendido profesor que, uniendo la teoría a la práctica, había sabido a la vez perfeccionar los instrumentos y hacer uso de ellos en la medición de la base que ha de servir de fundamento al primer mapa, verdaderamente geodésico, de nuestra península. Todos conocéis los detalles de esa delicada y penosa operación, con que se hubieran honrado los primeros geómetras de otras naciones…Cuando el Sr. Saavedra no tuviera otros muchos títulos que le recomendaran a vuestra consideración, este solo le hubiera hecho merecedor del honroso puesto que le habéis concedido, pues que además de la gloria científica que sus trabajos y los de sus dignos compañeros reflejan sobre la nación, han de ser también grandemente fecundos en útiles consecuencias para la administración del país». El discurso de bienvenida se desarrolla también en torno a la historia de la geodesia y en como esta contribuyó al extraordinario progreso de las matemáticas; sin olvidar las aplicaciones científicas de aquella, en tanto que se había modelizado la Tierra y se habían acotado sus dimensiones.

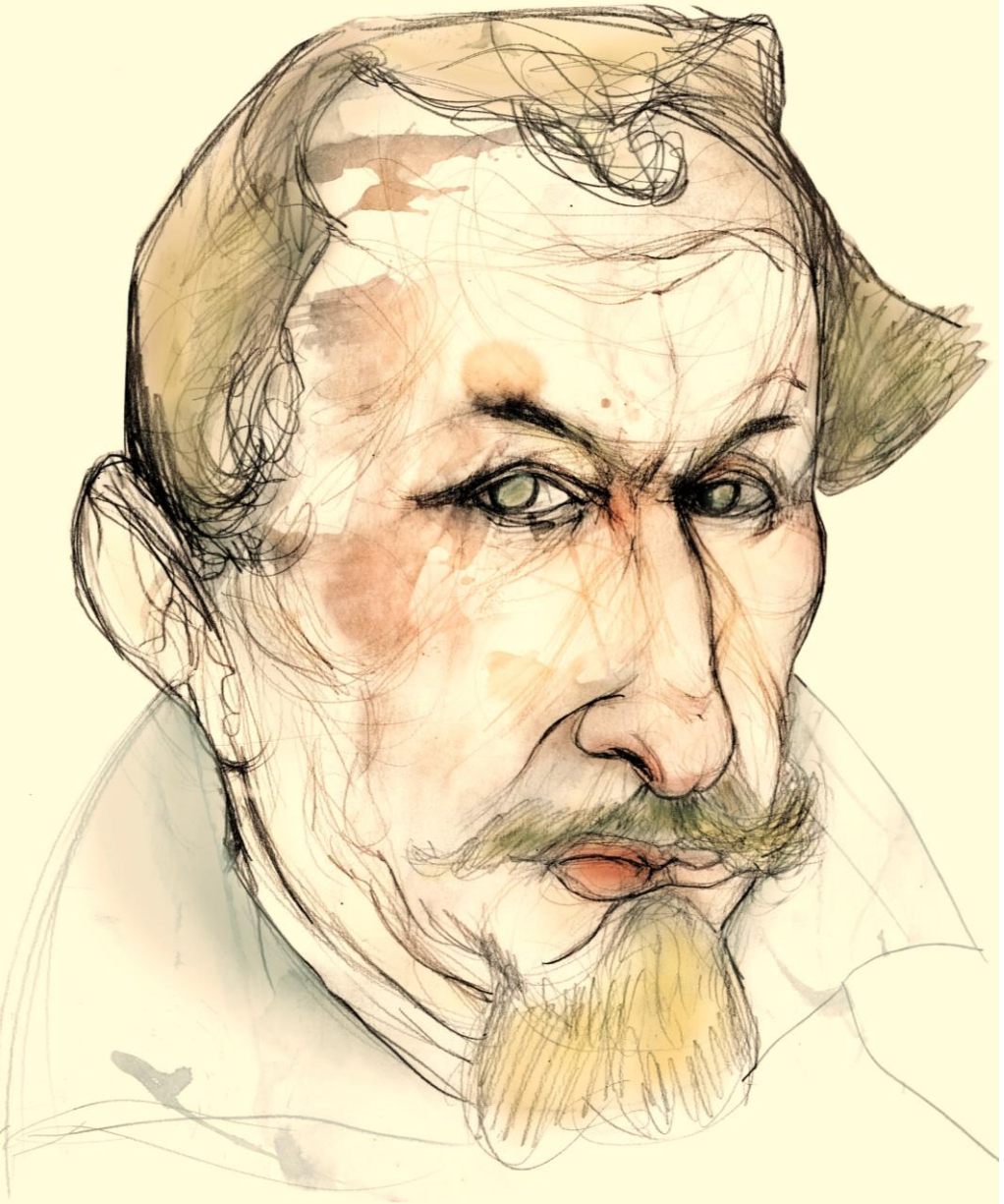
La presente reseña se ha extraído, principalmente, del trabajo aquí señalado, el cual fue publicado en la revista Mapping, nº 116, 2007, pp: 52-70.

FRUTOS SAAVEDRA MENESES
Geodesta, Coronel de Artillería y Académico.



Mario Ruiz Morales
Ingeniero Geógrafo del Estado

SUBDELEGACION DEL GOBIERNO EN GRANADA
UNIVERSIDAD DE GRANADA



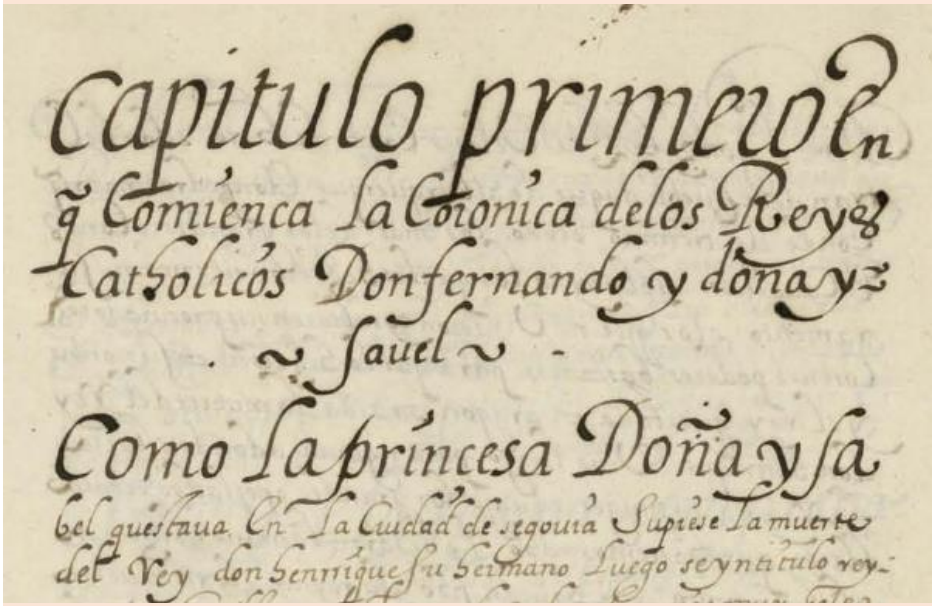
Retratado por Eulogia Merle en 2011

Alonso de Santa Cruz (1505-1567)

Sevillano que fue clave para la ciencia española, cronista del emperador Carlos V, con el título de cosmógrafo de hacer cartas e instrumentos para la navegación. El profesor Mariano Cuesta Domingo, profundo conocedor de su vida y obra, dijo de él que se trataba de un cartógrafo, geógrafo, «… un sabio de la Casa de Contratación… vivió sesenta y dos años…llenos de trabajo y cargados de actividades, también de aventuras, de un hombre lúcido, emprendedor y afortunado por más que no viera publicadas sus obras». Alonso de Santa Cruz nació en el seno de una familia acomodada que vivía en los Reales Alcázares, circunstancia que favorecería su formación, por tener acceso a las obras de autores clásicos, y posibilitaría su interés por las actividades propias de la Casa de Contratación. Fue así como acabó uniéndose a su padre, para formar parte de la expedición organizada por el italiano Sebastián Gaboto, en 1525, hacia la especiería; figurando en ella como capitán de una nao y tesorero. La experiencia resultó decisiva para su actividad posterior, ya que además de mejorar su pericia en la navegación, aprendió cartografía náutica y el arte de construir instrumentos matemáticos de observación; hasta el extremo de que cuando regresó en 1530 ya era un cosmógrafo experimentado.

A partir de entonces continuó estudiando esas materias, alcanzando el prestigio suficiente como para ser llamado a la corte vallisoletana; durante los años que permaneció en ella aumentaron sus conocimientos cosmográficos, a la vez que procuraba trasladárselos al emperador. Años después escribiría en su Memorial: «… he estado más de siete años, donde traje muchas cartas de Geografía y libros de Astrología y Cosmografía y Filosofía, que había hecho estando en Sevilla …». Las cartas en cuestión eran mapas « de toda España y de todas las provincias de las Indias Occidentales, de punto muy grande que, cuando vuestra señoría fuere servido, las podrá ver, con los instrumentos para el tomar de la longitud ». Al abandonar la Corte viajó a Lisboa, conociendo entonces al marino y cartógrafo portugués Joäo do Castro, el cual le proporcionó algunos de los mapas que había confeccionado. En esa época escribió Santa Cruz la crónica de los Reyes Católicos (1542) y la de su nieto Carlos I, que alcanzó al año 1551; además de comenzar su celebrado Islario General. Trabajó igualmente en la formación de diversos mapas de todas las naciones de Europa, así como en la construcción de diferentes instrumentos matemáticos: astrolabios, cuadrantes, relojes, etc.; por entonces escribió también su importante Libro de las Longitudes. Sus dificultades económicas le hicieron pedir autorización para residir en el Alcázar sevillano, sin éxito aparente. Su fama seguía al alza, como prueba el haber sido llamado, en 1554, para

Crónica de los Reyes Católicos por Alonso de Santa Cruz



El Emperador Carlos V y su hijo Felipe II. Óleo de Antonio Arias Fernández (1639-1640). Museo del Prado.

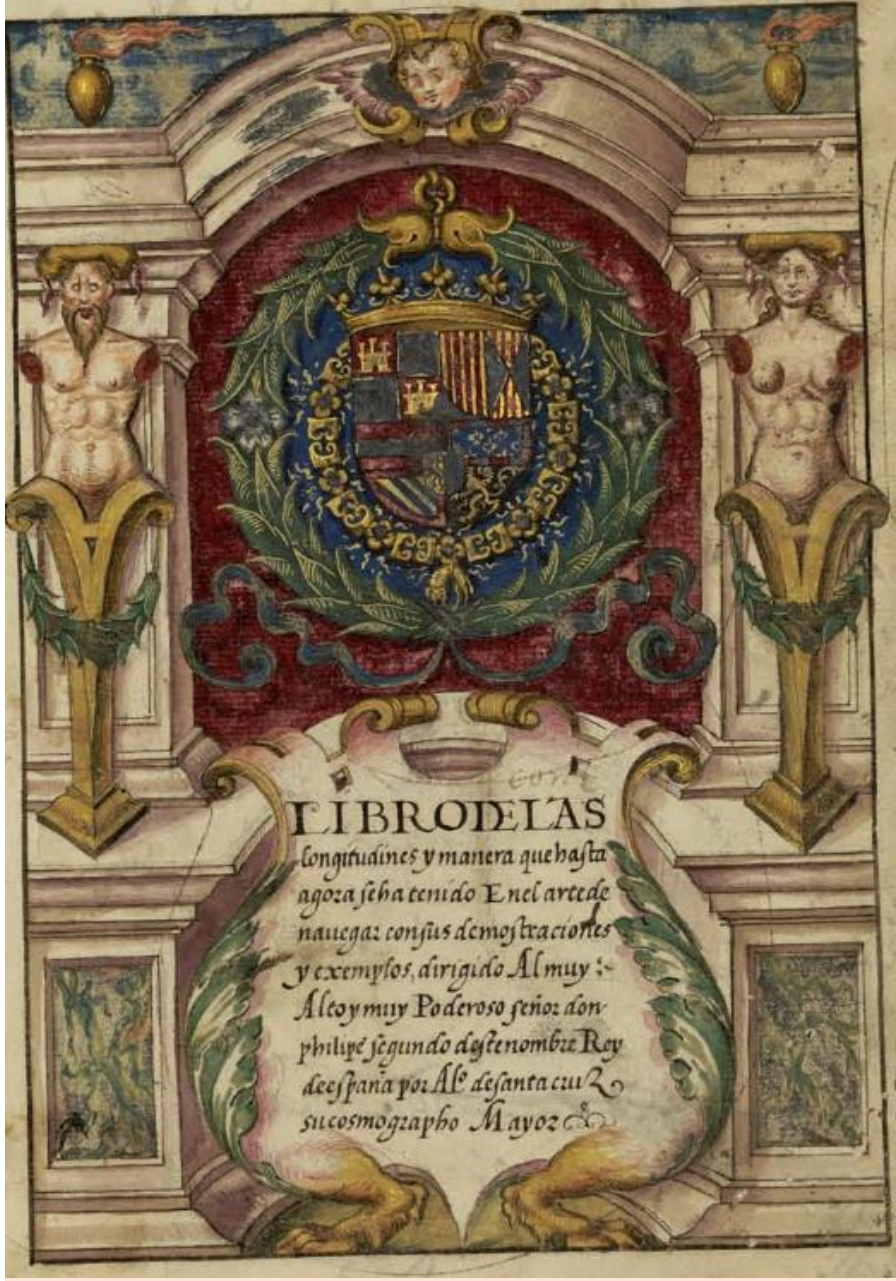
Antigua sede de la Casa de Contratación en los Reales Alcázares de Sevilla.

formar parte de la Comisión que debería pronunciarse sobre la idoneidad del instrumento que había construido Petrus Apianus, amigo del emperador, con el fin de hallar la longitud geográfica en el mar; comentando en la misma que el instrumento era similar a uno que él mismo había diseñado.

Aunque Santa Cruz prestara sus servicios en la Casa de Contratación, desde el año 1535, como «Cosmógrafo de hacer cartas y fabricar instrumentos para la navegación», sus relaciones con la monarquía no fueron nada fáciles. Buen botón de muestra fueron sus reiteradas peticiones para que se le publicaran sus trabajos, puestas de relieve en una carta que dirigió al nuevo Rey Felipe II en el mes de mayo de 1558, parte de la cual se reproduce a continuación: « Y no dexaré asimesmo de suplicar a Vra. Mg. sea servido de me mandar dar previllegio y licencia para poder imprimir algunos libros que tengo hechos y cartas generales y particulares de toda la geographía del mundo y que ningún otro lo pueda hazer sin mi voluntad y licencia, pues no es justo que aviendo pasado tantos y tan continuos trabaxos en lo hazer y con tantos gastos de hazienda aya de llevar otro el premio dello, y otro previllegio como este mandó dar la Mag. del emperador don Carlos a Pedro Apiano alemán por ciertos libros que le dedicó y servicios que le hizo, y no menos lo mereceré yo, pues los que tengo hechos van todos dedicados a Vra. Mg., cuya muy católica y real persona prospere y guarde Nuestro Señor con acrecentamiento de muchos más Reynos y Señoríos, como sus criados deseamos desta corte de vra. Mg. a 5 días de mayo de 1558 años». La respuesta implícita del Rey no dejaba lugar a dudas acerca de su intención, con la excusa de que las

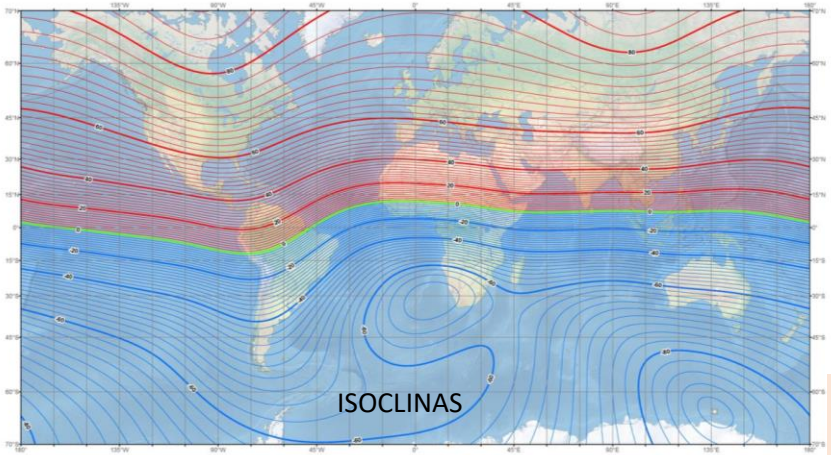
informaciones que pudiese proporcionar el peticionario pudiesen, a la larga, perjudicar los intereses de su reino. Efectivamente, en su carta del 26 de noviembre de 1563, dirigida al presidente y demás miembros del Consejo de Indias, lo hace en los términos siguientes: «Y quanto a lo de los libros que el dicho Alonso de Santa Cruz ha ofrecido que imprimirá tocantes a la declaración de las Indias que dezís serán de provecho para tener noticia más en particular de aquellas partes, aunque esto sea así, havéis de mirar que por esta misma razón podría traer mucho inconveniente en que los dichos libros se imprimiesen por la noticia y claridad que por ellos hallarían extranjeros y otras personas que no fuesen súbditos ni vasallos nuestros de las dichas Indias que es punto de consideración, y por esto os encargo lo miréis y tratéis y me aviséis de vuestro parecer».

Tanto el texto de Alonso de Santa Cruz, como la respuesta del rey Felipe II han sido extraídos del Dosier: *Alonso de Santa Cruz, el cosmógrafo real expoliado*. (Cuadernos Hispanoamericanos. 6.02.2020). También se comenta en ellos, que sus trabajos debieron ser aprovechados por su sucesor Juan López de Velasco, para redactar sus conocidas Relaciones Topográficas, y que Andrés García de Céspedes se apropió de dos de ellos, suplantando burdamente al autor de los mismos. Su autora fue María Isabel Vicente Maroto, profesora en la Universidad de Valladolid.

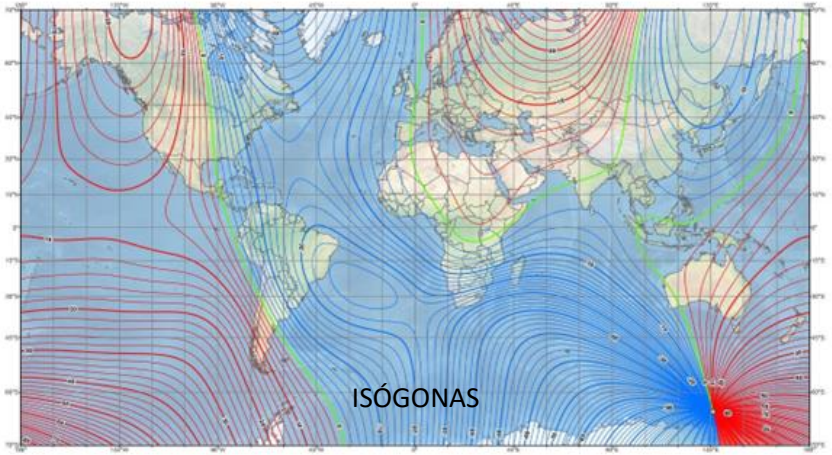


LIBRO DE LAS LONGITUDES y manera que hasta agora se ha tenido en el arte de navegar con sus demostraciones y ejemplos, dirigido la muy Alto y muy Poderoso señor don Felipe segundo de este nombre Rey de España, por Alºde Santa cruz, su Cosmógrafo Mayor.

Santa Cruz fue desde luego un autor prolífico, aunque solo se reseñen aquí dos de sus obras: el *Libro de las longitudes* (longitudines) y su celebrado *Islario General*. A él le cupo el honor de haber escrito el primer tratado en el que se abordó de manera sistemática el problema de las longitudes, incluyendo un resumen histórico de su evolución desde tiempos pretéritos. La introducción del libro es en realidad una carta de presentación al Rey Felipe II, en la que explica el contenido y su estructuración. Aunque con ninguna de sus propuestas se pudiera determinar de manera fiable la diferencia de longitudes, si hay que subrayar la importancia de que asociara esa cuestión al imprescindible conocimiento de la hora. El libro fue, como se dice en la carta, el resultado de las deliberaciones de la Junta técnica, ya citada, que examinó algunos instrumentos metálicos fabricados por Peter Apiano. Doce fueron las maneras de hallar la longitud según el cosmógrafo, remontándose inclusive al Génesis, aunque se detuviese de manera expresa en los cálculos de Tolomeo y Marino de Tiro. Resulta curioso que, apoyándose en ellos, y en algunas reflexiones cartográficas propias, llegase a la conclusión errónea de que las Islas Molucas pertenecían a España y no a Portugal. Otro de los procedimientos que defendió fue el clásico de las observaciones de los eclipses solares o lunares, «a condición de que quien efectuara los cálculos fuera persona docta, con buenos instrumentos y llevando tablas precisas con los cálculos y predicciones de eclipses en el lugar de origen»*. El procedimiento magnético no pudo faltar en su detallada exposición, anunciando además la construcción de un instrumento específico destinado a ese fin, que llegó a presentar al emperador; el complemento indispensable fue una carta náutica con la imagen de las isógonas, siendo este uno de los primeros mapas magnéticos,



ISOCLINAS

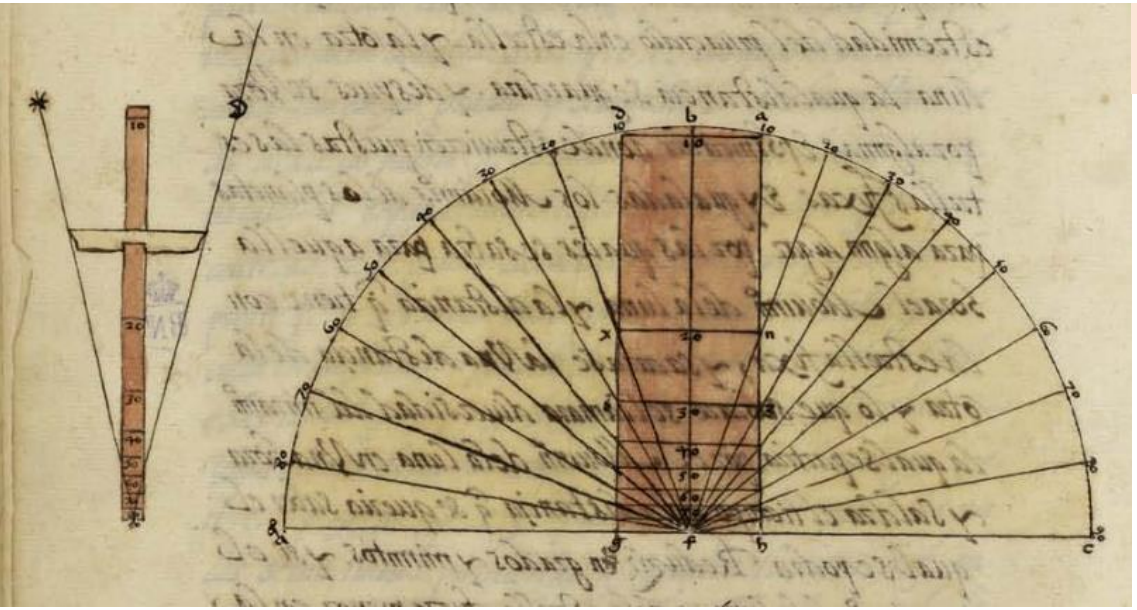


ISÓGONAS

*Mariano Cuesta Domingo. *Alonso de Santa Cruz. Estudio Crítico*

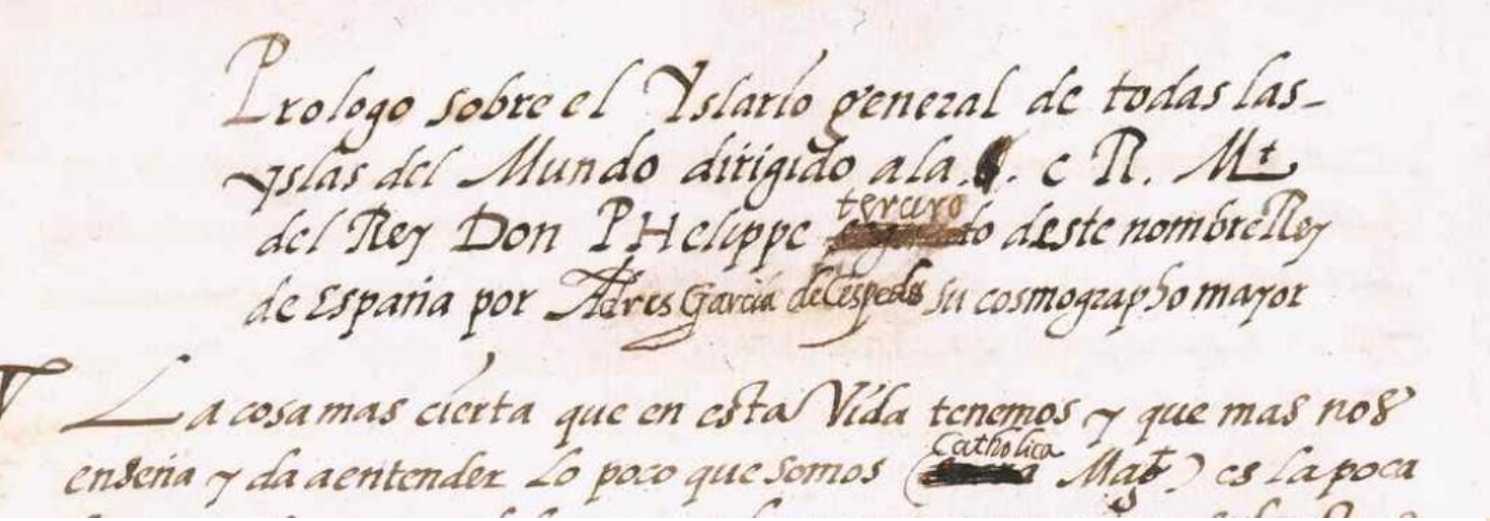
WORLD MAGNETIC MODEL 2019. *Main Field Inclination* (Isoclinas) y *Main Field Declination* (Isógonas)

Santa Cruz trató de establecer un claro paralelismo entre los parámetros magnéticos: inclinación y declinación, y las coordenadas geográficas; considerando que las isoclinas y las isógonas coincidirían respectivamente con los paralelos y los meridianos terrestres. Fueron muchos más los métodos citados, aunque solo merezca ser reseñado el del transporte horario, con la consabida dificultad de conservar la hora durante el trayecto. Igualmente debe ser ponderado el de las distancias lunares, llegando a ilustrar el libro con el dibujo de una ballestilla; instrumento con el que se podía medir la distancia angular entre la luna y una estrella dada, como bien se muestra en el mismo.



Medida de la distancia angular entre la luna y una estrella, mediante la ballestilla (Báculo astronómico). *Libro de las Longitudes. Alonso de Santa Cruz.*

El Islario General de todas las Islas del Mundo (Edición, transcripción y estudio de Mariano Cuesta Domingo. Madrid. 2003) es incuestionablemente la obra más completa y mejor de Alonso de Santa Cruz, el cual, como cosmógrafo mayor, se la dedicó al rey Felipe II. Sin embargo, la zafiedad del impostor Andrés García de Céspedes pretendió hacer creer que la obra era suya, llegando al extremo de querer dedicarla al rey Felipe III. El empleo de la palabra zafiedad no es en absoluto gratuito, ya que los nombres originales (Alonso de Santa Cruz y Felipe II) fueron burdamente raspados y en algún caso simplemente tachando segundo y escribiendo tercero encima. Las sustituciones se hicieron sin procurar que coincidiera el tipo de letra empleado, baste decir que en la portada la escritura original era vertical y oblicua en la que la suplantó. Este trabajo monumental de Alonso de Santa Cruz no fue solamente un atlas portulano, con información geográfica puntual en el interior de sus más de cien mapas, sino que proporcionó datos valiosos de tipo descriptivo íntimamente asociados a una abundante y cuidada toponimia. Mención especial merece el tratado de la


Prologo sobre el Yslario general de todas las-
Yslas del Mundo dirigido ala S. C R. Mt
del Rey Don PHelippe tercero deste nombre Rey
de España por Andres García de Cespedes su cosmographo mayor

La cosa mas cierta que en esta Vida tenemos y que mas nos
enseña y da aentender Lo poco que somos (Catholica Mat) es la poca

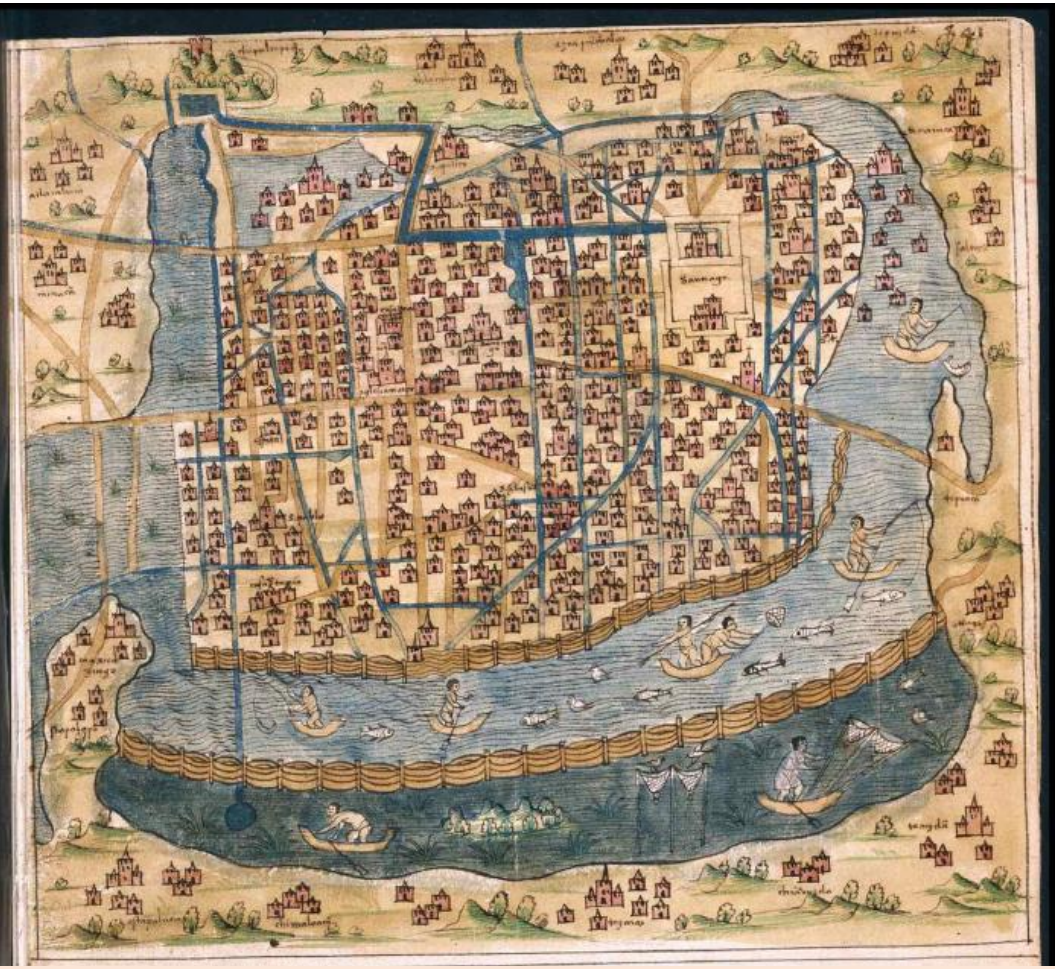
esfera con que encabeza la obra, relacionando, como es preceptivo, la geometría de la esfera celeste y la terrestre; analizando con detenimiento la duración de los días y las noches, dependiendo de la latitud y de la época del año, e ilustrándolo convenientemente con las figuras oportunas. Como el trabajo pretendía ser útil a la navegación, se incluyó en esa especie de introducción astronómica un capítulo sobre los vientos, iluminándolo con el dibujo de dos rosas, figurando los cuatro principales y todos los secundarios, referidas al Mediterráneo y a las Indias orientales y occidentales. Termina esta parte de su libro relacionando a todos los autores en que se apoyó para su redacción, debiendo reseñar que Américo Vespucio aparece entre ellos, junto a otros tan destacados como Sacrobosco y Oroncio Fineo.

Portada del *Islario general de todas las islas del mundo*

La presentación de cada mapa se efectúa detallando su contenido: se incluyeron no solo las islas, sino también las penínsulas de todo el mundo conocido y los territorios descubiertos hasta mediados del siglo XVI. La que aquí se reproduce puede servir de ejemplo. TABLA CUARTA: *Esta tabla contiene todas las islas que están en el Mar Mediterráneo y las que están en el Mar septentrional con la península de Scandia e Inglaterra, Irlanda, Islandia y otras junto a estas y las islas de Azores y Canarias, y Cabo Verde y otras junto a las Costas de estos mares*.

La información complementaria que se ofrece en este Islario se aferra generalmente a la tradición impuesta por los supuestos mapas de Tolomeo, como cuando representó las míticas montañas de la Luna (en las que supuestamente nacía el río Nilo), aunque de también cuenta de otras leyendas más modernas, como la del Preste Juan; cuya imagen situó junto a dicho río. Aparte de las islas se incorporaron a la obra planos tan singulares como el de la célebre ciudad mejicana de Tenochtitlan o la de la no menos conocida de Venecia, apoyándose con toda probabilidad en representaciones previas. Luisa Martín-Merás Verdejo vio similitudes entre este islario y el que hizo años antes el cartógrafo italiano Benedetto Bornone: *Liber nel qual si ragiona di tutte l´isole del mondo*. Venecia (1528). Nada más cierto que sus apreciaciones, a las que añado ahora la coincidencia entre los planos de

las ciudades de Tenochtitlan y de Venecia, con los que se presentaron en la obra del italiano. El Islario de Alonso de Santa Cruz se consideró perdido hasta que en 1909 lo encontró, en la Biblioteca Nacional, Antonio Paz y Meliá, no sin dificultad puesto que estaba catalogado como de Andrés García de Céspedes. La Real Sociedad Geográfica lo editó por primera vez en el año 1918, gracias al trabajo ímprobo de Ángel Blázquez Jiménez. Recientemente (2003) se ha hecho una edición facsímil de aquella, por iniciativa de Mariano Cuesta Domingo, bibliotecario de esa Sociedad, contando con la colaboración indispensable de la entidad financiera Ibercaja.



Plano de Tenochtitlan, capital del Imperio azteca, en el islario de Santa Cruz.

Tanto el Islario de Santa Cruz como los que se hicieron antes y después del suyo contribuyeron a mejorar el conocimiento del litoral marítimo del mundo, y consiguientemente al perfeccionamiento de la navegación costera; las imágenes cartográficas incorporaban cada vez más detalles que hacían posible medir mejor las distancias entre puertos próximos. En cambio, la navegación de altura permanecía a esas alturas del siglo xvi en un callejón sin salida, puesto que los tratados y manuales que fueron apareciendo no produjeron un serio avance en el cálculo y trazado de la derrota, análogo al que fueron adquiriendo sobre el régimen de los vientos. Los primeros antecedentes fueron los conocidos *Ruteiros* portugueses, con limitaciones tan patentes como las que implícitamente señalaba Duarte Pacheco Pereira en su obra *Esmeraldo de Situ Orbis (*1505-1508): «…lo que pertenece a la cosmografía y la marinería espero explicar…como se ubica un

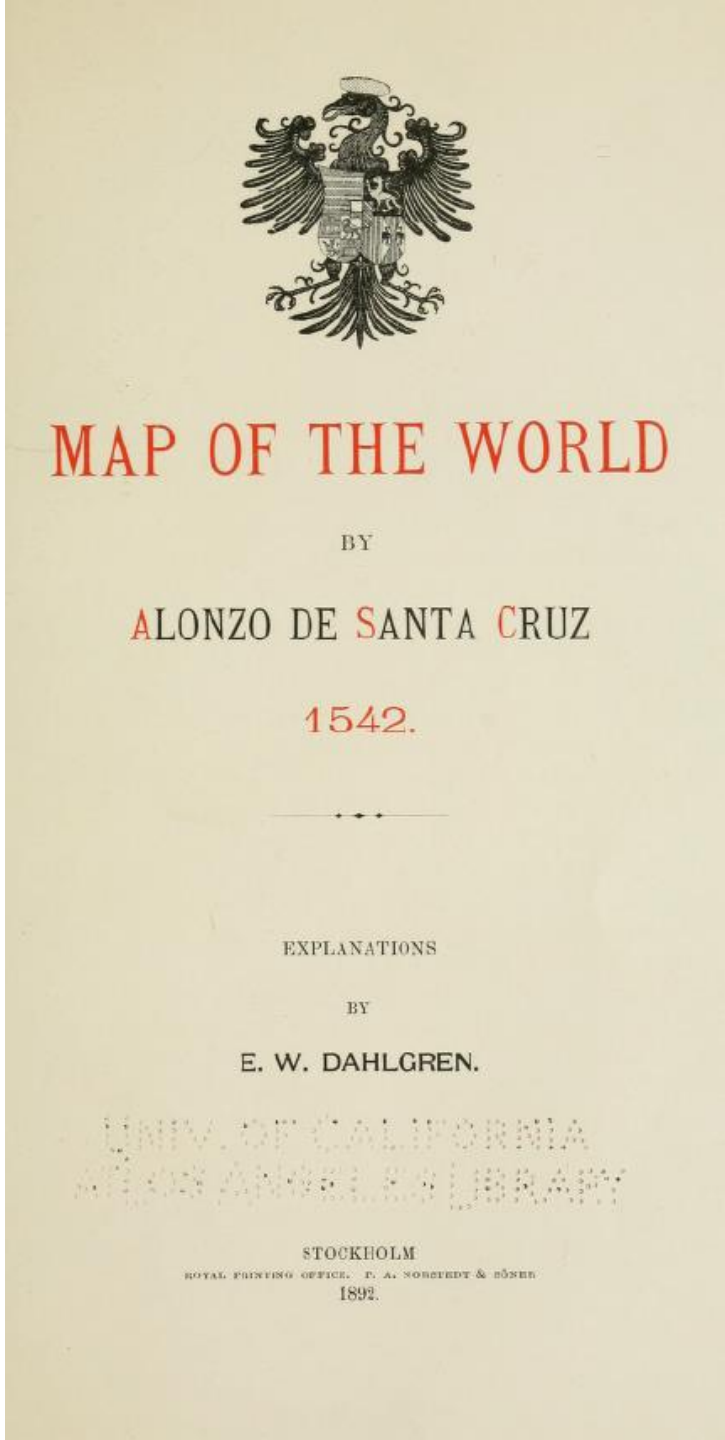
ISLARIO DE ALONSO DE SANTA CRUZ

Bajo el epígrafe de VENECIA figura un texto de seis páginas que se ilumina con la imagen adjunta.

Plano de población de Venecia (Italia), impreso en xilografía, perteneciente a la obra *Isolario di Benedetto Bordone nel qual si ragiona di tutte l'isole del mondo, con li lor nomi antichi et moderni, historie, fauole, et modi del loro viuere, et in qual parte del mare stanno, y en qual parallelo & clima giaciono, libro secondo (XXX).*

promontorio o lugar con respecto a otro…y la costa pueda ser navegada con mayor seguridad…y también mediciones de los polos desde los cuales se puede saber cuantos grados están separados los lugares y la latitud relativa del ecuador».

La producción cartográfica de Santa Cruz fue realmente ingente, pues a los mapas ya referidos, habría que añadirle la extensa cartoteca que poseía y que fue inventariada, cuando falleció, por Juan de Ledesma (Escribano del Consejo de Indias). Toda ella, compuesta por una detallada colección de mapas, vistas y manuscritos, fue traspasada a Juan López de Velasco, el Cosmógrafo real que le sucedió y que ya había recibido antes otro conjunto de mapas que estaban al cuidado de Santa Cruz. Uno de los mapas inventariados había sido fichado como «Otra descripción en pergamino de todo el orbe, en dos círculos redondos, divididos por la equinoccial», el cual bien podría ser el conocido ahora como Atlas de Estocolmo, ya que se custodia en la Biblioteca Real de aquella ciudad. El documento en cuestión no es otro que el mapamundi formado por Santa Cruz en el año 1542, que fue dedicado al emperador Carlos V y que fue estudiado en 1892 por el geógrafo sueco Erik Wilhelm Dahlgren: *Map of the World by Alonzo de Santa Cruz. 1542.* En su libro, además de referir algunos de los otros mapas inventariados, desveló que fue Johan Gabriel Sparfvenfeldt quien debió comprarlo en España, cuando viajó por Europa entre 1689 y 1694. E.W. Dahlgren explica como el mapa debió ser dibujado en tres hojas de pergamino unidas formando un


MAP OF THE WORLD

BY

ALONZO DE SANTA CRUZ

1542.

EXPLANATIONS

BY

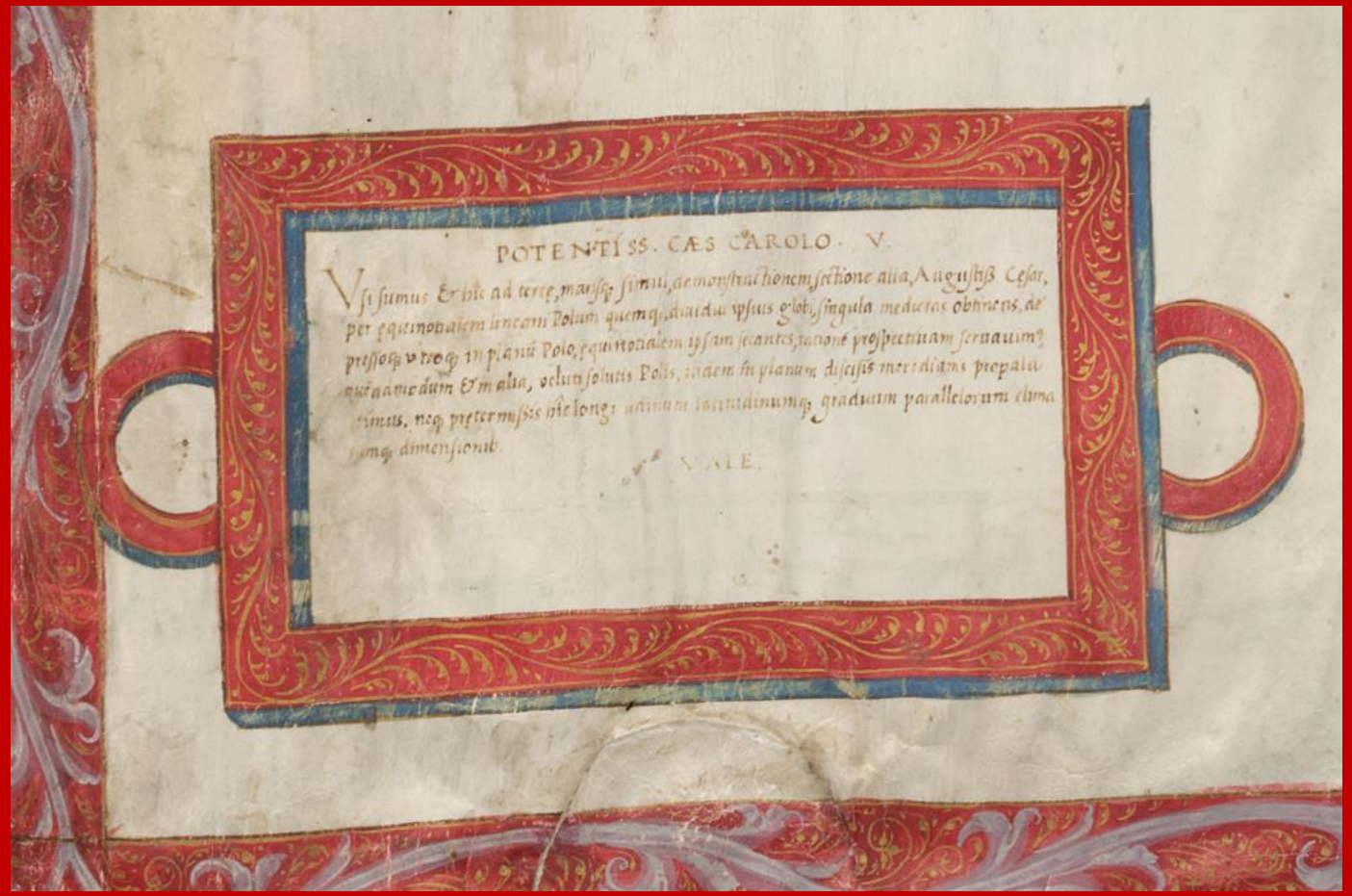
E. W. DAHLGREN.

STOCKHOLM

ROYAL PRINTING OFFICE. P. A. NORSTEDT & SÖNER

1892.

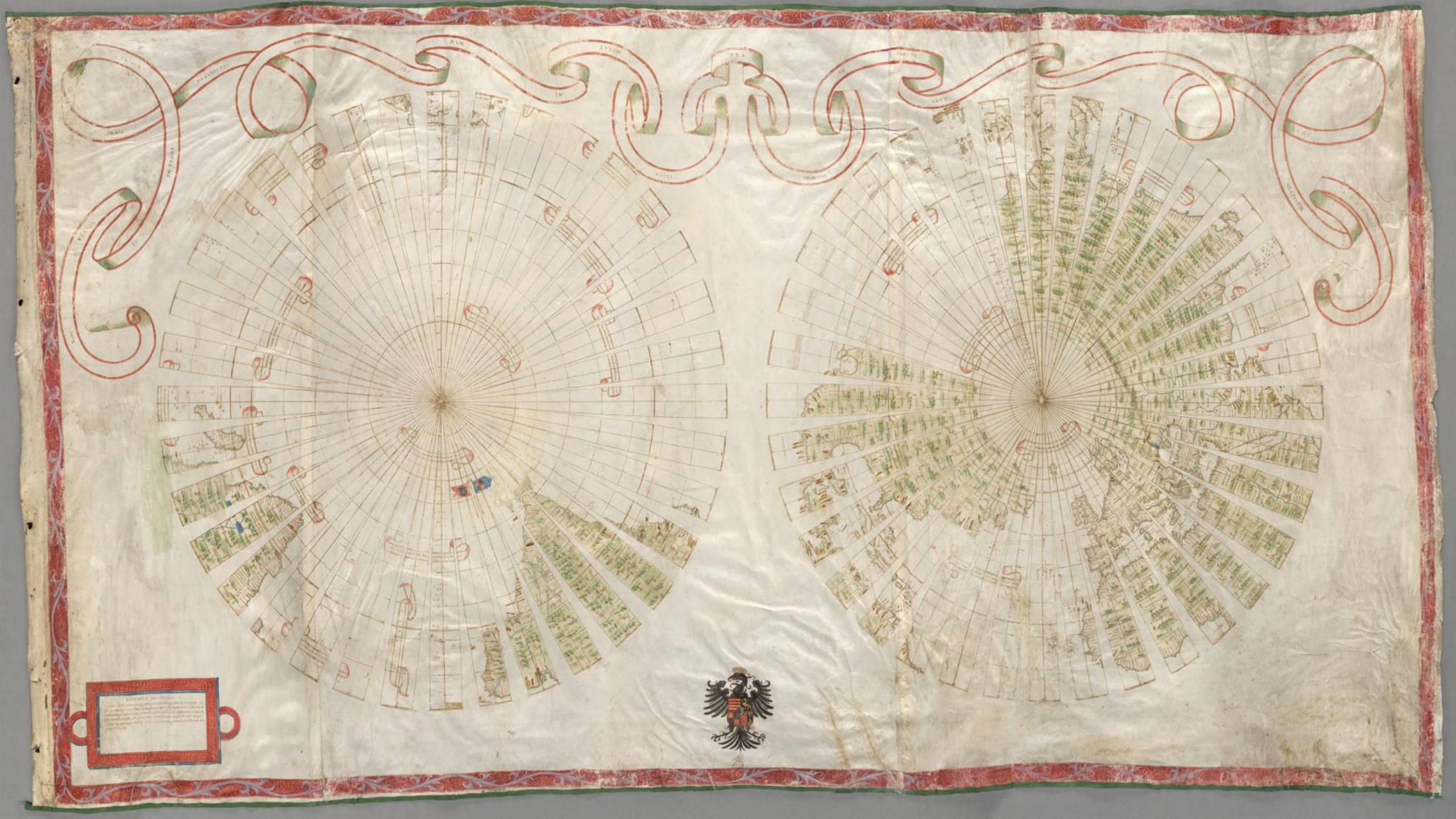
Dedicatoria al emperador Carlos V en el mapamundi del año 1545, confeccionado por Alonso de Santa Cruz



PODEROSÍSIMO CÉSAR CARLOS V.

También aquí hemos utilizado, para la representación tanto de la tierra como del mar, otra forma de proyección. Augusto César, hemos dividido el mismo globo por la línea ecuatorial, de modo que cada uno de los polos ocupe una mitad distinta. Y, habiendo proyectado ambos polos en un plano, al cortar por dicha línea hemos conservado la perspectiva adecuada. De igual modo que en otro lugar, con los polos separados, hemos mostrado igualmente las secciones meridianas. Tampoco hemos omitido aquí las medidas de los grados de longitud y latitud, de los paralelos y de los climas.

ADIÓS



cuadro de 1440 x 790 mm, figurando en el mismo las imágenes de los dos hemisferios individualizados en dos proyecciones acimutales centradas en los respectivos polos (austral a la izquierda y boreal a la derecha). La información geográfica se expone en 36 husos con una amplitud de 10º, siendo 3.4 mm el desarrollo lineal del grado en el ecuador; representando el conjunto un posible globo con un radio de 194.8 mm, aunque no parece que los husos fueran dibujados para ser pegados en el mismo. El mapa lleva un marco rojo de 20 mm de ancho, con arabescos blancos y dorados. La cartela es una voluta extendida a todo lo largo, en la que se rotuló en rojo el siguiente título: *Nova vorior et integra totius orbis dcscriptio nunc primum in lucem edita per Alfonsum de Sancta C'ruz Caesaris Charoli V. archicosmographum. A. D. MDXLII*. La dedicatoria al emperador, bellamente ornamentada, figura en la esquina inferior izquierda; estando ambos hemisferios separados por la imagen de un águila negra con las armas imperiales.

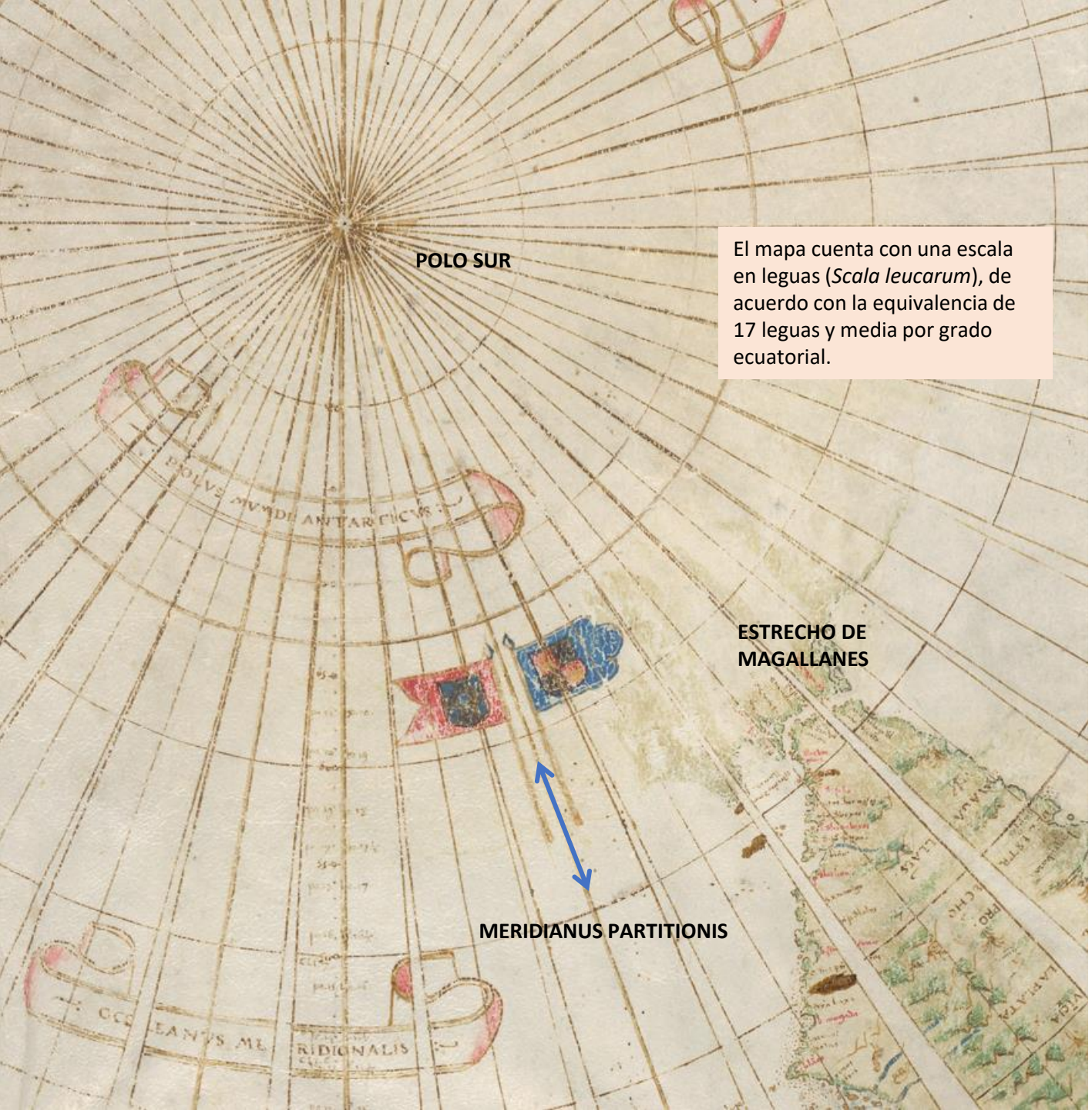
El águila imperial en el mapamundi de 1542, formado por Alonso de Santa Cruz

El litoral se dibujó en verde y la tierra en amarillo pálido. Las montañas también se colorearon en verde, los ríos en azul oscuro, mientras que las islas pequeñas fueron azules o doradas. En el interior de los continentes apenas aparecen topónimos, aunque si

dibujos de hombres con lanzas, arcos y flechas, acompañados de diferentes animales: ciervos, camellos, elefantes, avestruces, cocodrilos etc. En cuanto a las imágenes de los gobernantes, tan frecuentes en los mapas del siglo XVI, solo aparece la que representa al mítico Preste Juan de Etiopia; junto a él escribió Santa Cruz lo siguiente: Troglodita Regio: «aquí abita el preste Juan de las Indias, tienen tres bautismos de agua y fuego y sangre. Guardan la doctrina de s. matheo». Tampoco figura representado barco alguno. El mapa incorporó unos 1240 topónimos, usando tinta negra y roja, pero con caracteres tan pequeños que a veces resultan difíciles de leer.

El curso del Nilo y sus fuentes en las Montañas de la Luna. El Preste Juan figura en un afluente

El mapa aportaba información sustancial a efectos de la demarcación correspondiente a los dos reinos hispánicos. Para facilitar la lectura, los meridianos múltiplos de cinco y los paralelos múltiplos de diez se dibujaron con tinta negra; en cambio, para el ecuador, trópicos, círculos polares y los meridianos principales,



se usó otra dorada. Como primer meridiano (*Meridianus verus*), origen de longitudes, se eligió el de la Isla de Fayal, en el archipiélago de las Azores; 10º al este se identificó el meridiano de Tolomeo (*Meridianus Tholomoei*), llamado por los antiguos meridiano afortunado, por pasar entre las islas de Gran Canaria y Tenerife. 20º al oeste se localizó la línea de demarcación (*Meridianus Particionis*), el cual separaba los dos hemisferios administrativos: *Hemisperium Regis Castelle* y *Hemispherium Regis Portugalie*; distinguiéndose su posición por las banderas de los dos reinos, colocadas a uno y otro lado de dicha línea.

E. W. Dalgren recordaba también en su libro la que podría haber sido la primera reseña del mapamundi anterior, la cual fue incluida por Anejo Venegas de Busto en la obra *Las diferencias de libros que ay en el universo*, publicada en Toledo en 1545. El geógrafo sueco reprodujo incluso un pequeño fragmento de la misma, que yo me he permitido reproducir en su totalidad: «…Alonso de

Santa Cruz, vecino de la ciudad de Sevilla cosmógrafo mayor del emperador nuestro señor. No se contentó con la traza de toda España, mas ha puesto tanta diligencia, que ha corregido las tablas antiguas y hecho cartas de marear por alturas y por derrotas además de muchos instrumentos que ha hecho para dar a entender la cosmografía; ha hecho una bola redonda traída en plano abierta por los meridianos, para conocer la proporción que tiene lo redondo a lo plano. Otra hizo abierta por la equinoccial quedando los polos en medio, y otras dos cortadas por los dos polos; la una por el meridiano de Tolomeo, y la otra por el meridiano o la línea de la repartición entre el Rey de Castilla y de Portugal, que dista de la costa de España seiscientas leguas. Hizo otras dos bolas en plano/ de la una se parece la media septentrional por todo el círculo de la equinoccial/ la otra difiere de esta, que no tiene mas de dos aberturas por la media de abajo/ y subidas en plano con la equinoccial, hace la figura de bueno…»

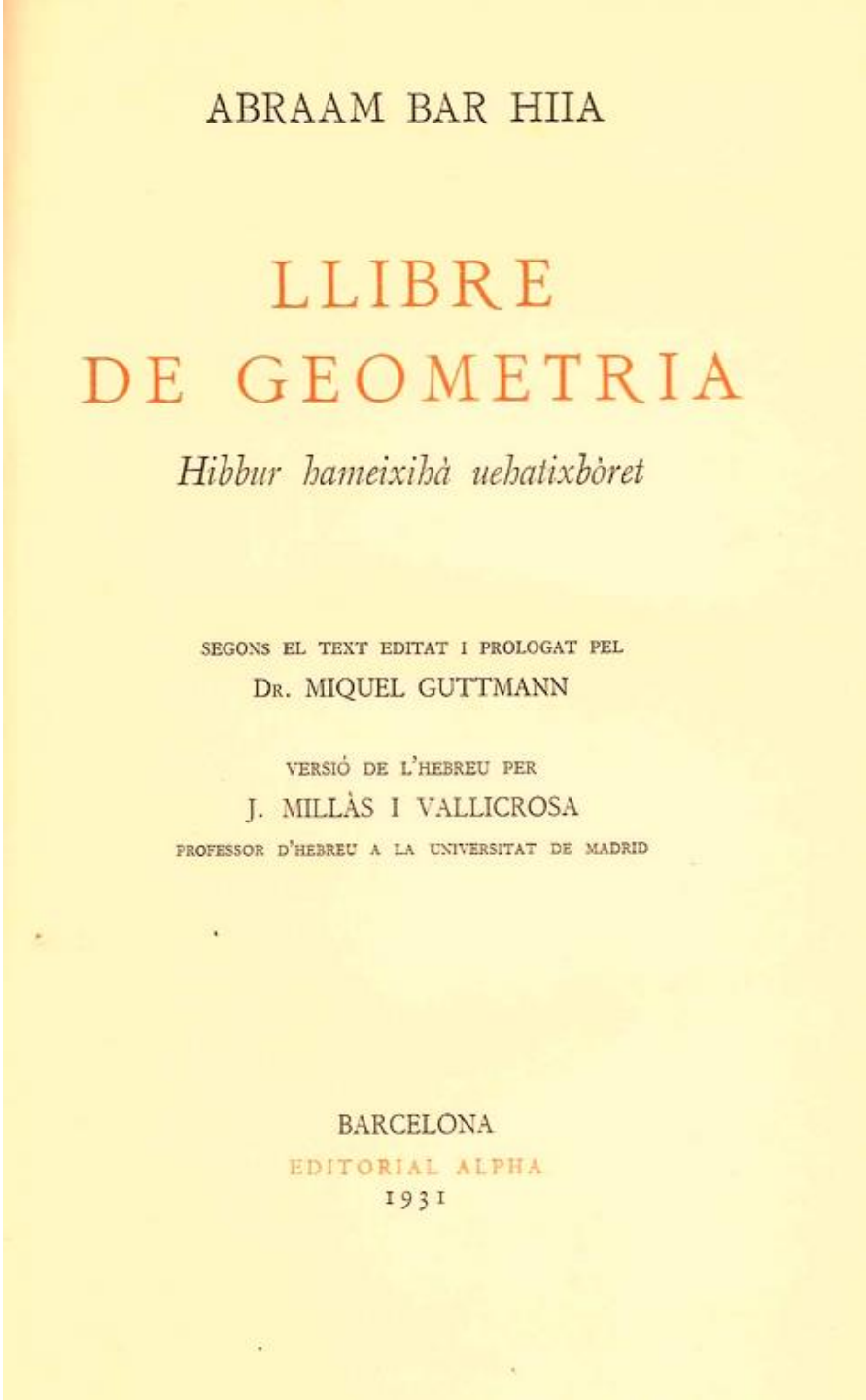
Abraham bar Hiyya Savasorda (1070-1136)

Matemático y astrónomo sefardí, muy afamado en su tiempo y buen conocedor de la ciencia árabe, que posiblemente aprendió en Zaragoza. No se sabe a ciencia cierta donde nació Abraham bar Hiyya, más conocido por el nombre latino Savasorda, en ocasiones se dice que en el Reino de Aragón (Huesca) y en otras que en Barcelona; en esta última fue jefe de la policía (*ṣāḥib al-šurṭa*), de ahí el origen de su sobrenombre. Antes de afincarse en Barcelona había enseñado tanto en la Hispania cristiana como en el sur de Francia, también fue astrónomo y matemático en la corte aragonesa de Alfonso I (el Batallador), así como posible asesor de los Condes de Barcelona en cuestiones territoriales. Esa última actividad es muy probable, ya que fue el autor de un *Tratado de geometría práctica* (*Ḥibbur ha-měšiḥah wĕ-ha-tišboret*), cuya aplicación principal era la de facilitar la medición de las tierras conquistadas; luego sería traducido al latín (1145) por Platón de Tivoli, con el título *Liber embadorum,* impulsando en Europa el estudio de la geometría y la trigonometría. El tratado de Savasorda fue traducido al catalán en 1931 por el Profesor Josep Maria Millàs Vallicrosa (*Llibre de Geometria*), cuyo contenido fue analizado muchos años después (1980) por Francisco Sánchez Faba en su trabajo *Abraham Bar Hiyya (1070-1136) y su Libro de Geometría*.

En este último, se comentó como Savasorda comenzó su libro exponiendo la necesidad de publicarlo y recordando los manuscritos a los que había tenido acceso. A continuación, se refirió a los textos bíblicos, señalando que Dios creó el mundo con número, medida y peso. Sánchez Faba reprodujo una sabia consideración del autor, a propósito

de la Aritmética y de la Geometría: «En cambio la ciencia de la medida es tan útil como la Aritmética, pero es difícil e inasequible para la mayoría de la gente, por lo cual hay que explicarla a su alcance. Ella es indispensable para la medida de las tierras y para la partición entre los herederos y consocios, de manera que no se pueden llevar a cabo estos asuntos, si no es basándose en aquella». Más adelante completó, con rotundidad, sus disquisiciones de agrimensura: «Yo he visto que la mayoría de los sabios contemporáneos en la tierra de Francia no están instruidos en la medida de los terrenos ni expertos en su partición, por lo que se confunden frecuentemente dividiendo los terrenos entre los herederos consocios con inexactitud, con lo cual pecan, según la perturbación que causan. No creáis que ellos sean los verdaderos calculadores y agrimensores, sino unos falsarios que en lugar de emplear el cálculo se valen del fraude. Porque no hay peor defraudación que la que viene por sus manos, es muy posible que con ellas aquél a quien corresponde el tercio reciba el cuarto y viceversa».

Savasorda fue igualmente un experto traductor del árabe al hebreo, una actividad con la que contribuyó decisivamente a que en Europa se difundieran tanto los textos científicos de los árabes como los de los clásicos, en que solían apoyarse. A ello se refirió indirectamente cuando afirmaba: «No he entrado en esta materia por mi propia voluntad ni para conseguir gloria, sino que muchos personajes ilustres de mi generación,


ABRAAM BAR HIIA

LLIBRE
DE GEOMETRIA

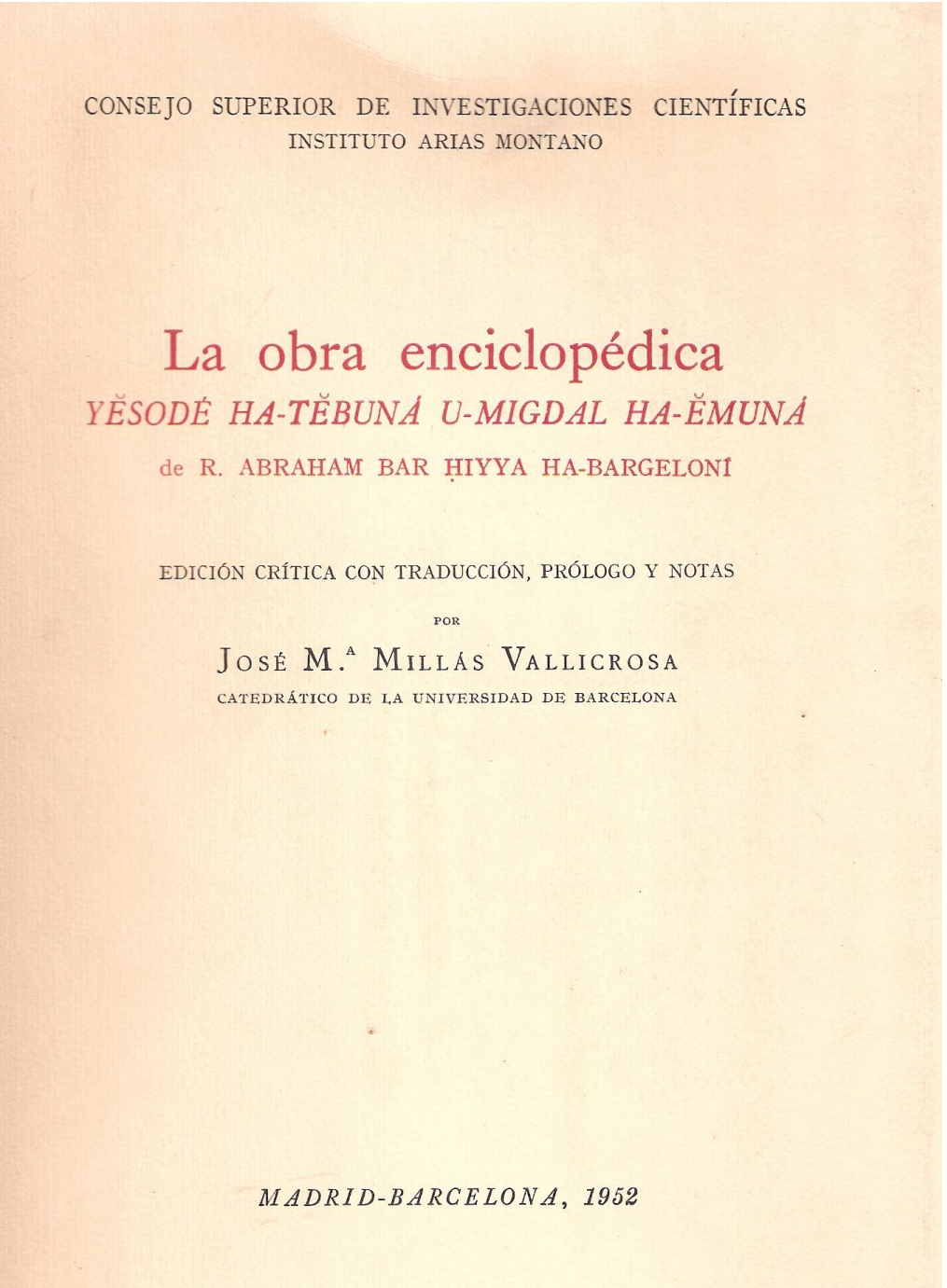
Hibbur hameixihà uehatixbòret

SEGONS EL TEXT EDITAT I PROLOGAT PEL
DR. MIQUEL GUTTMANN

VERSIÓ DE L'HEBREU PER
J. MILLÀS I VALLICROSA
PROFESSOR D'HEBREU A LA UNIVERSITAT DE MADRID

BARCELONA
EDITORIAL ALPHA
1931

*Localizada al norte de La Provenza


CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO ARIAS MONTANO

La obra enciclopédica

YĔSODÉ HA-TĔBUNÁ U-MIGDAL HA-ĔMUNÁ

de R. ABRAHAM BAR ḤIYYA HA-BARGELONÍ

EDICIÓN CRÍTICA CON TRADUCCIÓN, PRÓLOGO Y NOTAS

POR

JOSÉ M.ª MILLÁS VALLICROSA

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

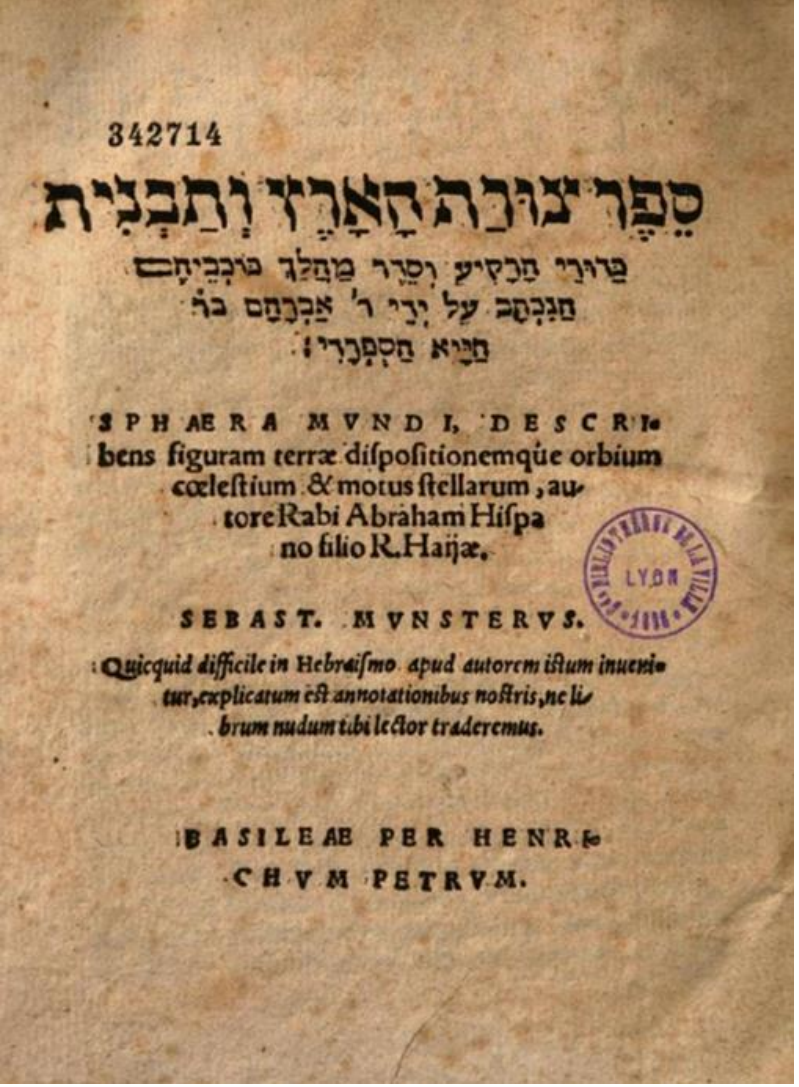
MADRID-BARCELONA, 1952

cuyo consejo estoy obligado a seguir, porque no hay en toda la tierra de Ṣafrat* ningún libro en hebreo que trate de estas ciencias y por ello lo he traducido de los libros árabes en la medida de mis posibilidades». Toda su producción científica, sustentada por sus conocimientos de las fuentes clásicas y árabes, la dirigió no solo a los judíos, sino también a los cristianos, sin olvidar que en la aplicación de la ciencia debían de estar presentes los fines religiosos y positivos; la ciencia ha de estar subordinada siempre a los fines de la religión revelada. El pensamiento de Savasorda se reflejó en otra de sus obras, la titulada *Fundamentos de la Inteligencia y Torre de la creencia* (*Yesodé ha-tebuná u-migdal ha-emuná*). De nuevo fue Millàs Vallicrosa quien la tradujo en el año 1952, acompañándola de un prólogo y de un estudio crítico. Savasorda dividió este libro enciclopédico (matemáticas, astronomía, óptica y música), el primero escrito en hebreo, en dos tratados: I) Fundamentos de la Inteligencia y II) Torre de la Creencia; lamentablemente solo se ha conservado la introducción y el comienzo del primero. El primero de tales tratados se subdividió en cuatro capítulos: 1) *Ciencias morales y Logos* (ciencia propedéutica), apoyado en los cinco pilares básicos (aritmética, geometría, música, astronomía y lógica). El pilar de la aritmética se dividió en dos partes: una aproximación teórica a las matemáticas (la ciencia de los números) y otra dedicada a sus

aplicaciones prácticas (la ciencia del cálculo). El segundo pilar estudió la geometría (la ciencia de las medidas) y constó de dos partes: dedicándose la primera a la definición de conceptos básicos, tales como espacio, superficie, línea, punto, ángulo, etc.; mientras que la segunda se centró en la óptica. Aparte de los dos pilares anteriores, solo se conservó el título del tercer pilar (la ciencia de la música). El segundo capítulo trató de la física (ciencia de las cosas creadas) y se subdividió en ocho pilares, a saber: los principios de los seres, los simples seres, generación y corrupción, los elementos de la creación, minerales, plantas, animales y seres humanos. El tercer capítulo abordó asuntos relaticos a las ciencias políticas y constó de tres pilares: 1) relación del hombre consigo mismo, 2) relación del hombre con su familia y sirvientes, 3) sobre el gobierno de reyes y príncipes. El cuarto capítulo se dedicó a la ciencia divina (la ciencia de las ciencias) y constó de dos pilares: cuestiones previas y la unidad de Dios con los seres espirituales.

El llamado astrolabio de Verona, es en realidad un astrolabio andalusí (lleva grabadas las latitudes de Córdoba y de Toledo) construido en el siglo XI, con inscripciones en árabe y en hebreo es uno de los más antiguos y singulares jamás encontrados. Fue adoptado, traducido y corregido durante siglos por judíos, musulmanes y cristianos en España, el norte de áfrica e Italia. La profesora Federica Gigante, investigadora de la Universidad de Cambridge, lo descubrió el pasado año (2024) en un museo de aquella ciudad italiana.

Savasorda mostró sus profundos conocimientos astronómicos en la obra titulada *Tsurat ha-arets : ṿe-gam Sefer ashpira ha-gadol ha-niḳra Mar'ot ofanim ṿeha-ḳaṭan niḳra Sefer ha-galgal* .., en la


342714

ספר צורת הארץ ותבנית
בדורי הרקיע וסדר מהלך גוכביהם
חגבתב על ידי ר' אברהם בר'
חייא הספרדי:

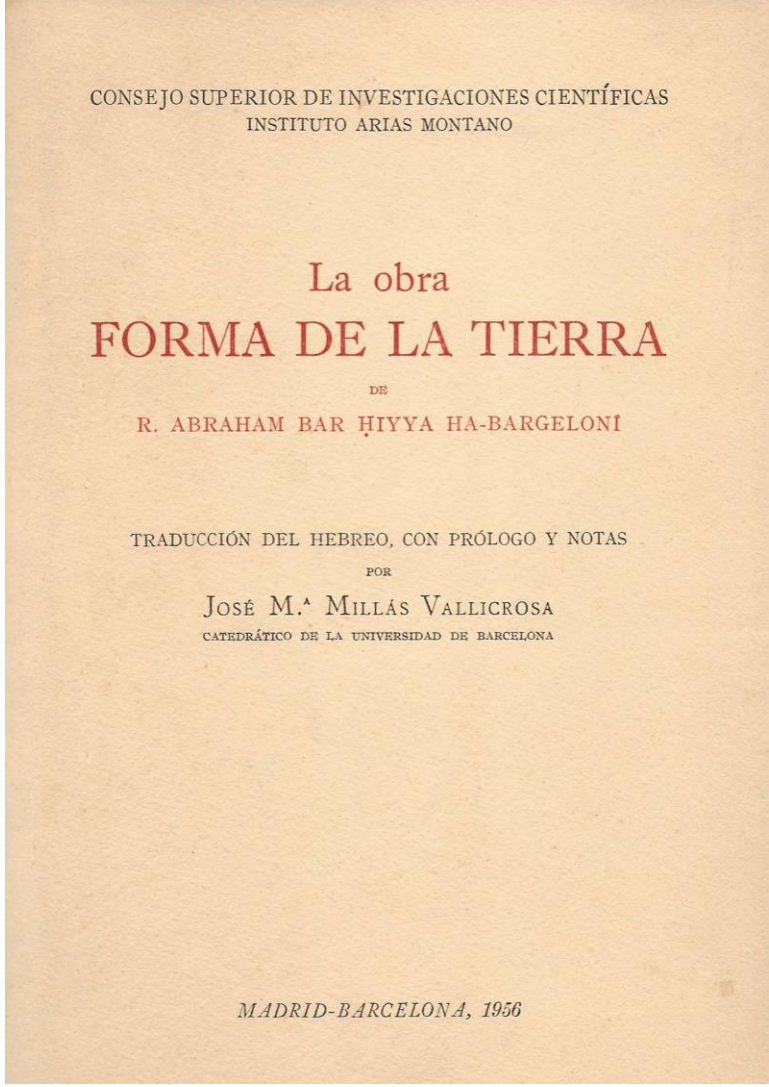
SPHAERA MVNDI, DESCRIbens figuram terræ dispositionemque orbium cœlestium & motus stellarum, autore Rabi Abraham Hispano filio R. Haijæ.

SEBAST. MVNSTERVS.

Quicquid difficile in Hebraismo apud autorem istum inueniatur, explicatum est annotationibus nostris, ne librum nudum tibi lector traderemus.

BASILEAE PER HENRICHVM PETRVM.

que describió la forma de la Tierra, la disposición de las esferas celestes y el orden del movimiento de sus estrellas; fue traducida al latín por el cosmógrafo alemán Sebastián Münster en el año 1546 y al español por J. Millàs Vallicrosa, en 1956, con el título abreviado de *Forma de la Tierra*. Esta última constó de prólogo y de los diez capítulos, que se indican a continuación: I) Acerca de la forma del cielo y de la tierra, posición del uno respecto a la otra y explicación de la forma del movimiento y de sus clases; II) Acerca del número de firmamentos y el orden de las esferas de los planetas, su disposición, el orden de su movimiento y el del Sol; III) Sobre la disposición de la esfera de la Luna;

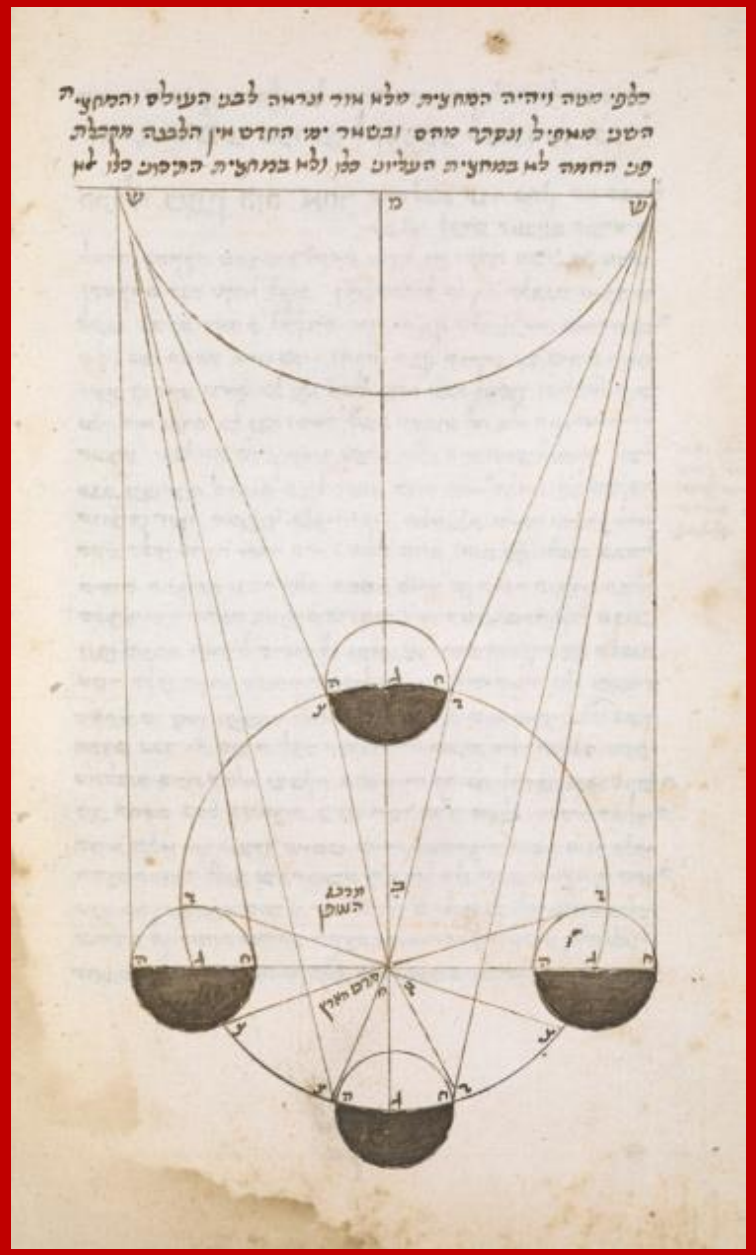

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO ARIAS MONTANO

La obra
FORMA DE LA TIERRA
DE
R. ABRAHAM BAR ḤIYYA HA-BARGELONÍ

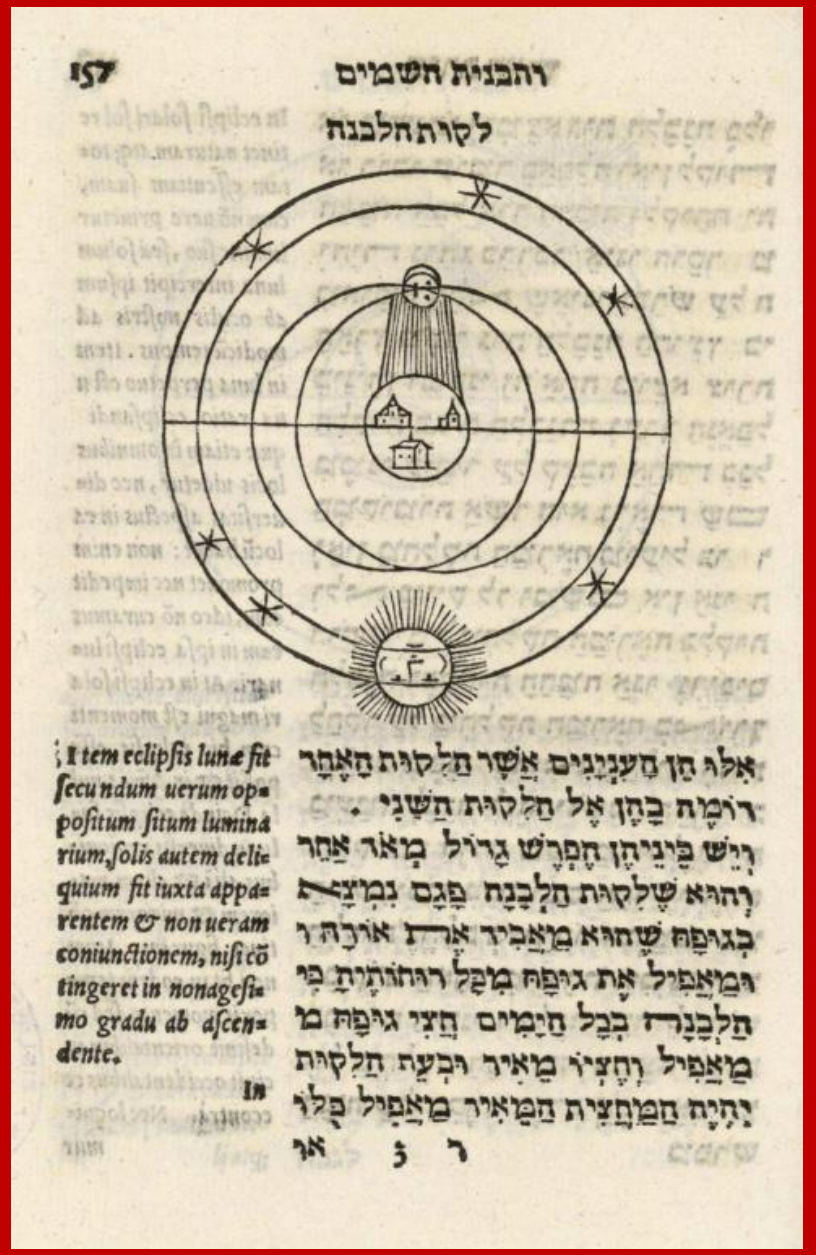
TRADUCCIÓN DEL HEBREO, CON PRÓLOGO Y NOTAS
POR
JOSÉ M.ª MILLÁS VALLICROSA
CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

MADRID-BARCELONA, 1956

IV) Explicación de los eclipses de los dos astros, Sol y Luna; V) Sobre el movimiento de los planetas; VI) Sobre el movimiento de recesión que se observa en los cinco planetas; VII) Sobre la disposición de las estrellas en latitud norte o sur respecto de su eclíptica; VIII) Cómo se ocultan las estrellas ante la luz del Sol y cómo salen; IX) Acerca de la medida de la tierra y de la proporción de las estrellas comparada con ella; X) Acerca del movimiento de las estrellas fijas y de las diversas teorías que lo explican.



Las cuatro fases principales de la luna en la obra TSURAT HA-ARETS (Copia del siglo XV. *British Library*)



157 והבנית השמים

לקות הלבנה

אלו הן הענינים אשר הלקות האחר
דומה בהן אל הלקות השני .
ויש ביניהן הפרש גדול מאד אחר
והוא שלקות הלבנה פגם נמצא
בגופה שהוא מאביר את אורה ו
ומאפיל את גופה מכל רוחותיה בי
הלבנה בכל הימים חצי גופה מ
מאפיל וחציו מאיר ובעת הלקות
יהיה המחצית המאיר מאפיל כלו

Item eclipsis lunæ fit secundum uerum oppositum situm luminarium, solis autem deliquium fit iuxta apparentem & non ueram coniunctionem, nisi cõtingeret in nonagesimo gradu ab ascendente.

In

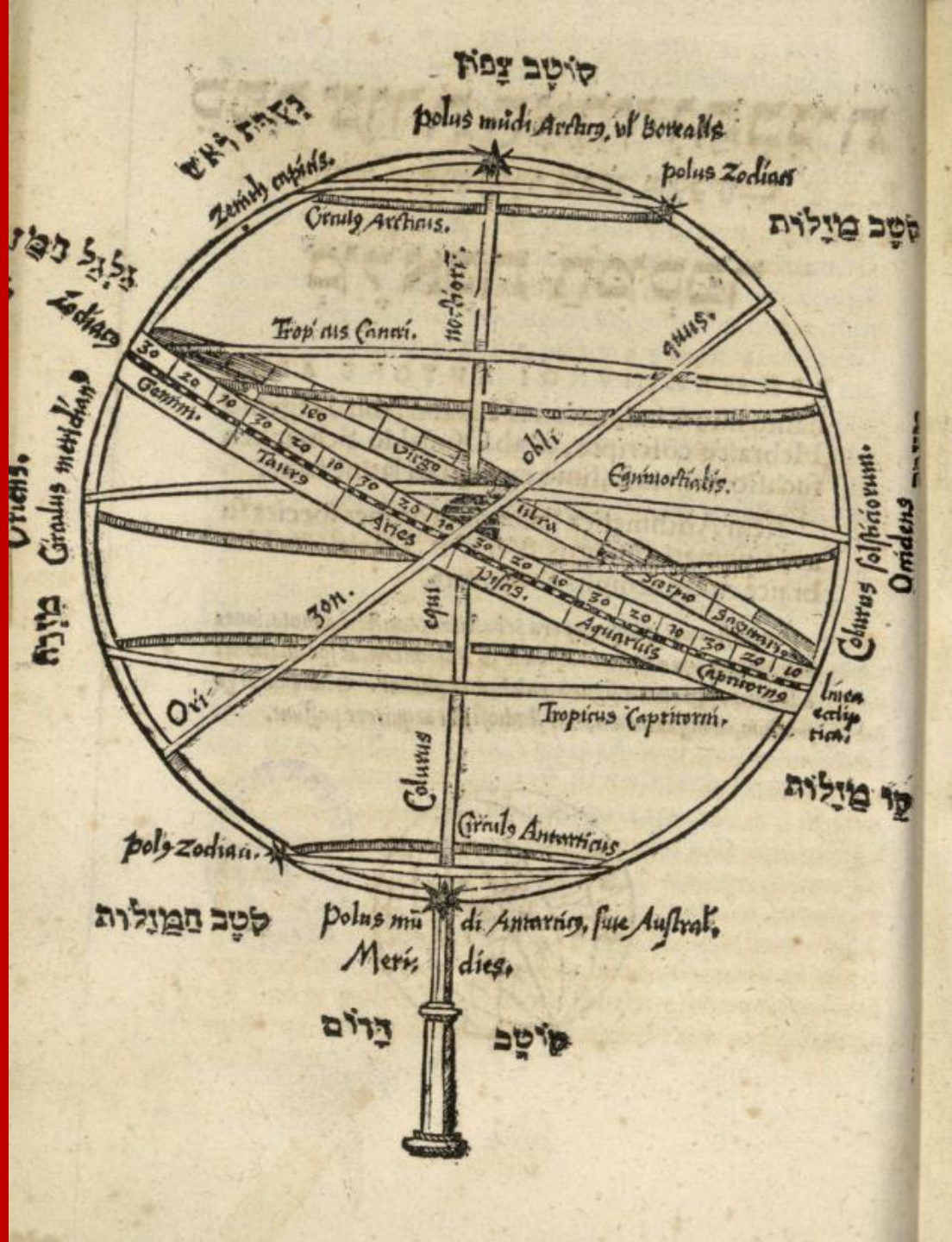
98 צורת הארץ

גלגל הקפה

um est extra centrum primi, atq; hinc ab una parte cõsurgit aux & ab alia oppositum augis. Hic designatur literis zain, beth, beth gimel, super centro mem. Et quoniam hic duo circuli iacent in una superficie sed habent diuersa centra, intersecant sese in punctis gimel & beth, ubi signãtur caput & cauda dra-

Ilustraciones en la traducción de Sebastián Münster: Explicación del eclipse lunar y de la órbita planetaria, en el modelo geocéntrico de Tolomeo. Obsérvese que figuran juntos el texto original y la versión latina (Biblioteca Nacional de España)

En ocasiones, se refiere la obra astronómica de savasorda con el título SPHAERA MUNDI, de ahí que suela confundirse con la homónima escrita por Sacrobosco un siglo después. Esta edición se<publicó en Basilea en el año 1546 y se conserva en la Biblioteca Nacional de España.

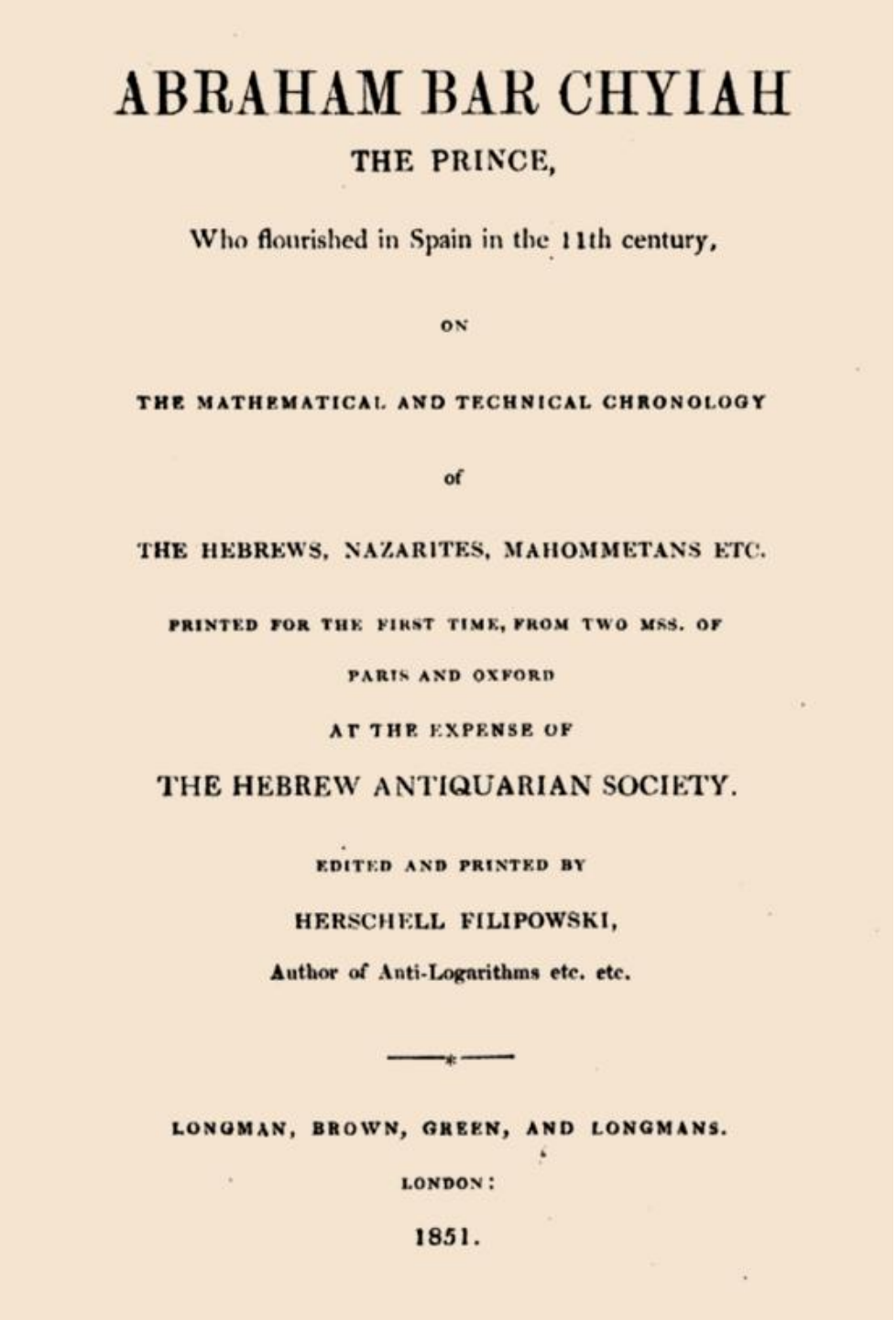


Otra de sus obras del mismo tenor, aunque de carácter práctico, fue el libro *Séfer Hesbón Mahlekot ha-Kokabim* (El cálculo del movimiento de las estrellas), el cual también fue traducido por J. Millàs Villacrosa en el año 1959. Al parecer fue de gran utilidad para la comunidad judía, puesto que mediante él pudieron llegar a familiarizarse con los textos árabes y latinos; calculando por ejemplo las fechas de las conjunciones, equinoccios y eclipses. En el libro sea distinguen dos partes diferenciadas pero complementarias: en la primera se expone el texto que explica, describe e indica el uso de las tablas astronómicas que constituyen la segunda parte. Esa primera parte constó de 20 capítulos, a saber: I) Elementos geométricos de la esfera; II) Sobre el cálculo de los arcos, de las cuerdas y todo lo que a esto se refiere; III) Sobre el arco comprendido entre los círculos del ecuador y de la eclíptica, llamado declinación; valor y sentido de esta declinación para los grados del zodíaco; IV) Sobre las ascensiones de los signos zodiacales en el horizonte del ecuador y en el meridiano para todos los habitantes de la Tierra; V) Sobre el cálculo de las ascensiones de los signos zodiacales en un horizonte norte cualquiera. Cálculos trigonométricos; VI) Determinación de la latitud en diferentes lugares de la Tierra, longitudes de los días; VII) Tangente y cotangente, altura del sol en función de la sombra arrojada; VIII) Sobre el número de días de los años: solar y lunar, según el cómputo que usamos y las tablas ad hoc; IX) Sobre la diferencia de los días y de las noches que se suceden en el mundo; X) Sobre

el cálculo del movimiento regular de los siete planetas y de la Cabeza y Cola del Dragón. Deducción del movimiento regular a partir del irregular, y cálculo del movimiento retrógrado de los planetas; XI) Sobre el cálculo de la latitud de la Luna y de los planetas respecto a la eclíptica; XII) Sobre el cálculo de la conjunción del Sol y de la Luna al fin de cada mes, y determinación de su oposición en la mitad de cada mes, o sea, el plenilunio. Cómputo de la aparición del novilunio; XIII) Sobre el cálculo de los eclipses de Luna; XIV) Sobre el cálculo de la diferencia entre el lugar aparente de la Luna y el verdadero, o sea, la paralaje; XV) Sobre el cálculo de los eclipses de Sol; XVI) Ocultación y aparición de los planetas en relación con la luz del Sol; XVII) Sobre el cálculo del movimiento de las estrellas fijas, de los apogeos y de los nodos de los cinco planetas; XVIII) Cálculo del ascenso y culminación de los signos del zodiaco; XIX) Sobre el cálculo de los principios del año solar. Revolución de los años; XX) Representación plana de la esfera celeste, con las estrellas y planetas. La segunda parte de este libro presenta las tablas ya referidas, conocidas como *Luhot ha - Nassi*, aunque también sean llamadas tablas del príncipe, de Savasorda o de Jerusalén; las cuales se apoyaron en otras análogas confeccionadas un siglo antes por al Battani.

La placa del dragón es una de la más llamativa del *Astronomicum Caesareum*, presentando su disco central dos índices: la cabeza (*Caput draconis*) y la cola (*Cauda draconis*); correspondiendo cada uno de ellos a un nodo de la Luna. Su plano orbital corta al de la eclíptica a lo largo de la línea nodal, cuyos dos extremos son precisamente dichos nodos (ascendente y descendente). En la antigüedad se creía que cuando se producía un eclipse, un dragón se tragaba el Sol o la Luna, expulsándolos luego por la cola.

TABLAS
ASTRONÓMICAS
Abraham bar Ijja.
Bodleian Library MS.
Marsh 114



ABRAHAM BAR CHYIAH

THE PRINCE,

Who flourished in Spain in the 11th century,

ON

THE MATHEMATICAL AND TECHNICAL CHRONOLOGY

of

THE HEBREWS, NAZARITES, MAHOMMETANS ETC.

PRINTED FOR THE FIRST TIME, FROM TWO MSS. OF

PARIS AND OXFORD

AT THE EXPENSE OF

THE HEBREW ANTIQUARIAN SOCIETY.

EDITED AND PRINTED BY

HERSCHELL FILIPOWSKI,

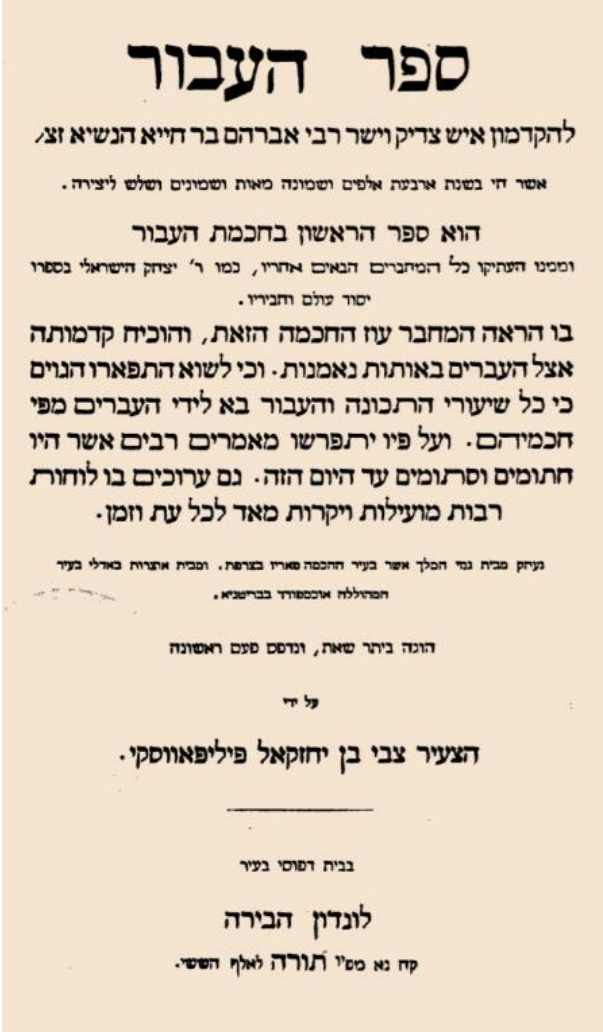
Author of Anti-Logarithms etc. etc.

LONGMAN, BROWN, GREEN, AND LONGMANS.

LONDON:

1851.

La última reseña se referirá al tratado sobre el calendario (*Sefer ha- Ibbür*), que debió escribirlo Savasorda, entre 1122 y 1123, mientras residía en Francia; y que a veces se cita como el *Libro de la intercalación.* En él se describe la estructura del calendario persa zoroástrico, mencionando sus meses y algunas de sus fiestas, para exponer después los algoritmos necesarios para convertir las fechas persas en judías y viceversa. Esa ocasión, fue la primera en que se detallaron en hebreo las operaciones de conversión entre uno y otro calendario; su edición impresa no apareció hasta que la publicó en Londres (1851) H. Filipowski. Esta obra de Savasorda, escrita en el año 4483, no solo trató de enseñar a calcular el calendario judío y su estructura, sino que abordó también otras cuestiones: filológicas, exegéticas y polémicas, además de incluir secciones sobre geografía, cosmografía y astronomía. Se dividió en tres discursos, subdivididos cada uno de ellos en diez capítulos.



ספר העבור

להקדמון איש צדיק וישר רבי אברהם בר חייא הנשיא זצ׳

אשר חי בשנת ארבעת אלפים ושמונה מאות ושמונים ושלש ליצירה.

הוא ספר הראשון בחכמת העבור

וממנו התחיקו כל המחברים הבאים אחריו, כמו ר׳ יצחק הישראלי בספרו

יסוד עולם וחבוריו.

בו הראה המחבר עוז החכמה הזאת, והוכיח קדמותה
אצל העברים באותות נאמנות. וכי לשוא התפארו הגוים
כי כל שיעורי הרכונה והעבור בא לידי העברים מפי
חכמיהם. ועל פיו יתפרשו מאמרים רבים אשר היו
חתומים וסתומים עד היום הזה. גם ערוכים בו לוחות
רבות מועילות ויקרות מאד לכל עת וזמן.

נתחן מבית גנזי המלך אשר בעיר החכמה פאריז בצרפת. ומבית אוצרות בודלי בעיר
המהוללה אוכספורד בבריטניא.

הוגה ביתר שאת, ונדפס פעם ראשונה

על ידי

הצעיר צבי בן יחזקאל פיליפאווסקי.

בבית דפוסי בעיר

לונדין הבירה

קח נא מס״ תורה לאלף השישי.

El primer discurso trató, aparte de la geografía y cosmografía, de los modelos tolemaicos que explicaban los movimientos del Sol y la Luna; asimismo se detuvo en el análisis lingüístico del término día, sus componentes y la controversia entre las diferentes naciones al fijar su comienzo. En el segundo discurso se encontraba el núcleo del calendario hebreo, centrando su atención en la longitud del mes lunar y explicando como lo delimitan en distintos pueblos, en función de las diferentes fases lunares. Asimismo, expuso las diferencias entre el año solar y lunar, mostrando como se evalúan dentro del ciclo metónico*. Finalmente concretó las fechas de las festividades judías y las perícopas (esto es , los párrafos de la Torá que deben leerse cada semana, dependiendo de los diferentes tipos de año). En el tercer discurso se explicó la noción del año solar y las

* El ciclo de Metón es un período de 19 años solares que equivale aproximadamente a 235 meses lunares o 6.940 días, logrando que las fases de la Luna se repitan en las mismas fechas que en el ciclo anterior.

Mosaico en la sinagoga de Beit Alfa (al norte de Israel). Se representan los doce signos del zodiaco, coincidentes con los doce meses del calendario hebreo. Además de la figura central del Sol (carro de Apolo), incluye otras cuatro, una en cada esquina, que simbolizan a los solsticios y equinoccios.

Signos de Escorpión (Akrav) y Acuario (D´li), respectivamente asociados a los meses Cheshvan y Shevat, del calendario judío. Libro de oraciones del Shavuot (la segunda de las tres fiestas del peregrinaje de los hebreos). Alemania (1322).

distintas duraciones ligadas a diferentes naciones, así como las medidas del ismo adoptadas en el calendario judío. El año tendría, de acuerdo con la primera, 365 días y un cuarto, coincidente por tanto con la del calendario juliano; esta se utilizaba solamente a efectos rituales, como por ejemplo para averiguar el día de oración por la lluvia, fuera de la tierra de Israel. En cambio, para los cálculos del calendario se adoptaba la del año lunisolar, 365.2468 días, es decir 1/300 más corto que el año trópico. En los capítulos siguientes sea comentaron las discrepancias surgidas al fijar el mes en que se creó el mundo, los ciclos sabáticos, jubileos, y varias de las eras usadas en la cronología judía: como la seléucida (*Annus Graecorum*) o la de la destrucción del Segundo Templo. Los dos últimos capítulos se dedicaron a los calendarios no judíos: musulmán, griego, egipcio, persa zoroástrico y cristiano.

EPÍLOGO

La influencia de la astrología en la sociedad judía no fue baladí, ya que, al paralelismo entre los meses del año y los signos del zodiaco, se le añadió la correspondencia entre estos y las doce tribus de Israel. No es de extrañar por tanto qué con esos antecedentes, el cristianismo hiciera algo parecido con los doce apóstoles, llegando a representarlos rodeando a la imagen de Jesucristo, localizado en el centro del círculo zodiacal en lugar del Sol. Esa interrelación llevó al alemán J. Shiller a tratar de cristianizar el cielo en 1627 (*Coelum Stellatum Christianum*), sustituyendo las constelaciones zodiacales por cada uno de los apóstoles.

El Zodiaco, las doce Tribus de Israel y los doce Apóstoles

SIGNOS	TRIBUS	APÓSTOLES
ARIES	JUDÁ	PEDRO
TAURO	ISACAR	SIMÓN
GEMINIS	ZABULÓN	SANTIAGO EL MENOR
CANCER	RUBÉN	ANDRÉS
LEO	SIMEÓN	JUAN
VIRGO	GAD	FELIPE
LIBRA	EFRAIN	BARTOLOMÉ
ESCORPIO	MANASER	TOMÁS
SAGITARIO	BENJAMÍN	SANTIAGO EL MAYOR
CAPRRICORNIO	DAN	MATEO
ACUARIO	ASER	JUDAS TADEO
PISCIS	NEFTALÍ	JUDAS ISCARIOTE

Fresco de la Catedral de Svetisioveli (Georgia). Círculo zodiacal presidido por Jesucristo, rodeado por la corona de los apóstoles y la de los signos del zodiaco.

Miguel Servet Conesa (1511-1553)

Erudito humanista sigenense, reconocido por haber sido el primero en referirse a la circulación de la sangre por los pulmones. Igual de notorias son los conflictos que tuvo con la Iglesia, católica y protestante, que acabaron llevándole a la hoguera. En cambio, todavía puede causar sorpresa su condición de geógrafo y cartógrafo eminente, tal como probó con sus versiones latinas de la Geografía de Tolomeo (ocho libros); corrigiendo muchos de sus topónimos e incorporándole nuevos mapas, tales como *Tabula nova Hispaniae* (en la edición de 1541), con una de las primeras representaciones del Reino de Granada. Miguel Servet Conesa nació en Villanueva de Sigena (Provincia de Huesca), de ahí que usara en ocasiones el sobrenombre de *Villanovanus*. En su niñez aprendió latín, griego y hebreo, convirtiéndose luego en asistente de Juan de Quintana, el cual sería después confesor de Carlos V. Cuando tuvo diecisiete años, fue enviado a la Universidad de Toulouse para estudiar derecho; allí entró en contacto con el luteranismo, siendo entonces cuando comenzaron sus problemas con la Inquisición, por haber encabezado un grupo de heterodoxos. Una vez vuelto a Barcelona, viajó con su tutor a Italia, con el fin de asistir a la coronación del emperador. Su estancia en Roma debió

de escandalizarlo, ya que años después (en su obra *Christianismi restitutio*) escribiría a propósito del Papa: « Con mis propios ojos he visto yo mismo cómo lo llevaban con pompa sobre sus hombros los príncipes, cómo lo adoraba todo el pueblo de rodillas…llegaban al extremo de que quienes podían besarle los pies …se consideraban más afortunados que los demás y proclamaban que habían obtenido numerosas indulgencias, gracias a las cuales les serían reducidos largos años de sufrimientos infernales. ¡Oh, bestia, la más vil de las bestias, la más desvergonzada de las rameras!».

Servet acompañó a la comitiva imperial hasta Estrasburgo, allí conoció a F. Melanchthon y no tardó en enemistarse con él, a propósito del informe sobre la Reforma; puesto que, aunque compartía su exposición de motivos, estuvo radicalmente en contra de las tesis sobre la Santísima Trinidad, defendidas a la vez por católicos y protestantes. Para librarse de la Inquisición, se trasladó a Basilea, alejándose así tanto del cortejo imperial como del propio Quintana. Fue en esa ciudad suiza donde publicó Servet, en el año 1531, la obra que le causó todas sus desgracias: *De Trinitatis erroribus*. Su antitrinarismo fue radical y basado principalmente en las ideas siguientes: Servet afirmaba que la

Casa natal de Miguel Servet en Villanueva de Sigena

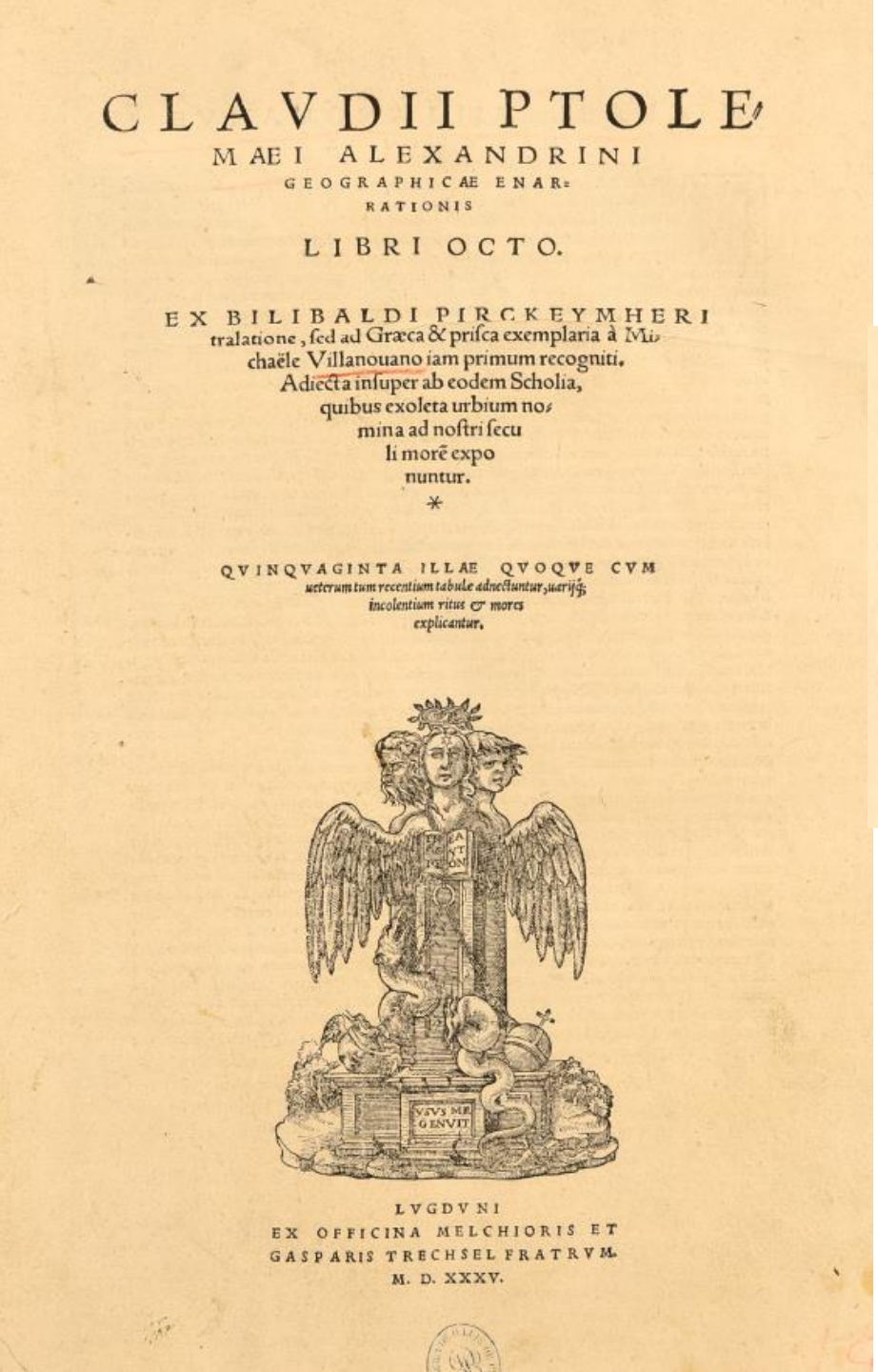
doctrina trinitaria no aparecía en la Biblia y que había sido una invención posterior de los teólogos, especialmente a partir del Concilio de Nicea. Sostenía asimismo que la Trinidad destruía la idea del monoteísmo, ya que presentaba tres personas distintas en una sola divinidad, lo que consideraba una forma de politeísmo encubierto. Para él la Trinidad era una construcción abstracta influida por la filosofía griega, más que una verdad espiritual revelada por Cristo; cuyo papel parecía quedar distorsionado, a su juicio, Jesús no era una persona divina y eterna, sino el Hijo de Dios nacido de la Virgen por la acción del Espíritu, en quien se manifestaba plenamente la divinidad. De todo ello coligió que la doctrina trinitaria confundía a los creyentes y alejaba a la gente del mensaje sencillo del Evangelio: la fe en un solo Dios y en su Hijo como mediador. Al distribuir su obra se encontró con la reacción furibunda de ambos bandos, de la más moderada de Quintana a la más visceral de Martin Brucer, un antiguo dominico, y después destacado reformista, que se mostró partidario de que a Servet se le arrancasen las entrañas.

Monumento a Miguel Servet en la ciudad francesa de Annemasse (Departamento de Alta Saboya). A Miguel Servet, apóstol de las libres creencias. Nacido en Villanueva de Aragón el 20 de septiembre de 1511. Quemado simbólicamente en Viena por la Inquisición Católica el 17 de septiembre de 1553 y quemado vivo en Ginebra el 27 de octubre de 1533, a instancias de Calvino.

Lejos de amilanarse, Servet publicó un segundo libro del mismo

tenor, *Dialogorum de Trinitate libri duo*, haciendo que la Inquisición iniciase la persecución de sus obras en el año 1532. A raíz de ello, Servet decidió cambiar de estrategia, comenzando a hacer uso de seudónimos y a cambiar frecuentemente de residencia; fue de esa forma como llegó a establecerse en Lyon durante el año 1533. La ciudad era por entonces un centro editorial de primer orden y Servet no tardó en encontrar trabajo en el taller regentado por los hermanos Melchor y Gaspar Trechsel (interesados por el saber antiguo); los cuales quedaron tan impresionados por su bagaje cultural, que le encargaron la revisión de la Geografía de Tolomeo, a la vista de los continuos descubrimientos que se venían produciendo en el nuevo mundo. El soporte documental en que hubo de apoyarse fue la traducción latina previa efectuada por Willibald Pirckheimer (Estrasburgo.1524), junto a otras ediciones anteriores y a la reciente versión griega debida a Erasmo de Róterdam (Basilea. 1533). Alrededor de dos años tardó Servet en terminar la tarea que le había sido encomendada, en efecto, en el año 1535 le publicaron la nueva versión latina de la Geografía de Tolomeo, con el titulo *CLAUDII PTOLEMAEI ALEXANDRINI GEOGRAPHICAE ENARRATIONIS LIBRI OCTO. Ex Bilibaldi Pirckeymheri tralatione, sed ad graeca & prisca exemplaria à Michaële Villanovano iam primum recogniti. Adiecta insuper ab eodem scholia, quibus exoleta urbium nomina ad nostri seculi morem exponuntur* (LOS OCHO LIBROS DE LA DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE CLAUDIO PTOLOMEO

Alegoría de la Geografía de Tolomeo. François Halma (1698)



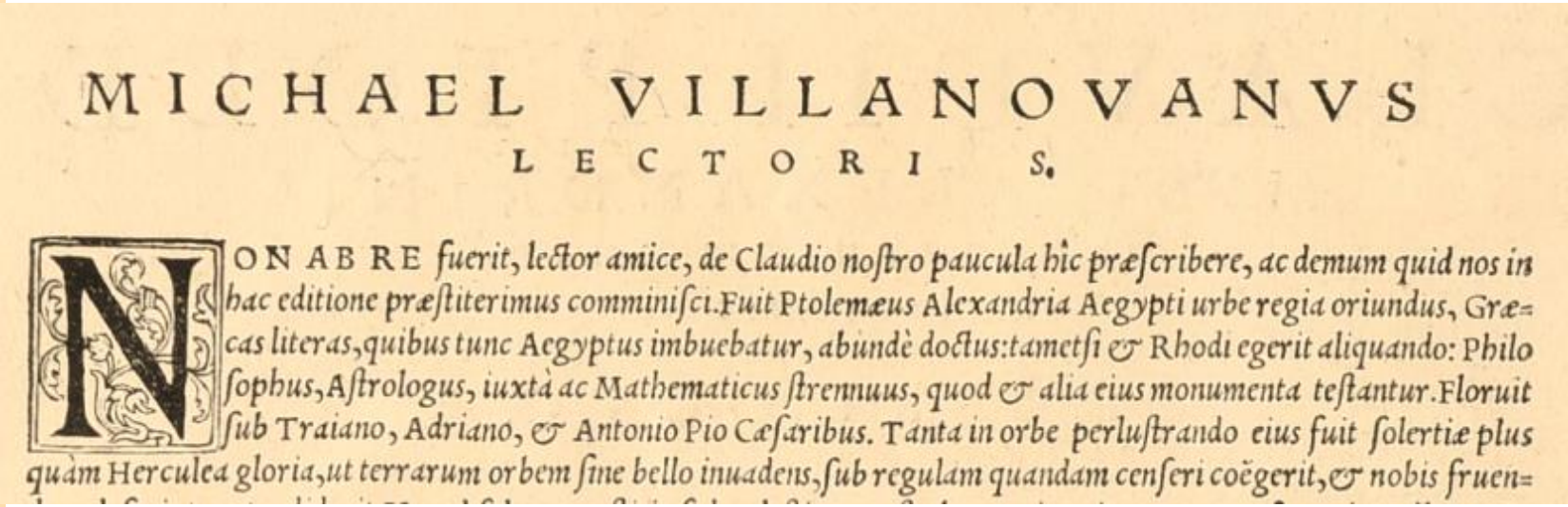
CLAVDII PTOLE
MAEI ALEXANDRINI
GEOGRAPHICAE ENAR=
RATIONIS
LIBRI OCTO.

EX BILIBALDI PIRCKEYMHERI
tralatione, sed ad Græca & prisca exemplaria à Mi=
chaële Villanouano iam primum recogniti.
Adiecta insuper ab eodem Scholia,
quibus exoleta urbium no=
mina ad nostri secu
li morē expo
nuntur.

QVINQVAGINTA ILLAE QVOQVE CVM
veterum tum recentium tabulae adnectuntur, uarijq;
incolentium ritus & mores
explicantur.

LVGDVNI
EX OFFICINA MELCHIORIS ET
GASPARIS TRECHSEL FRATRVM.
M. D. XXXV.

DE ALEJANDRÍA. Según la traducción de Bilibaldo Pirckheimer, pero revisados por primera vez por Miguel Villanovano conforme a los ejemplares griegos y antiguos. Además, se han añadido notas explicativas, en las cuales los nombres antiguos de las ciudades se explican según el uso de nuestro tiempo). La obra se inicia con un comentario de Servet

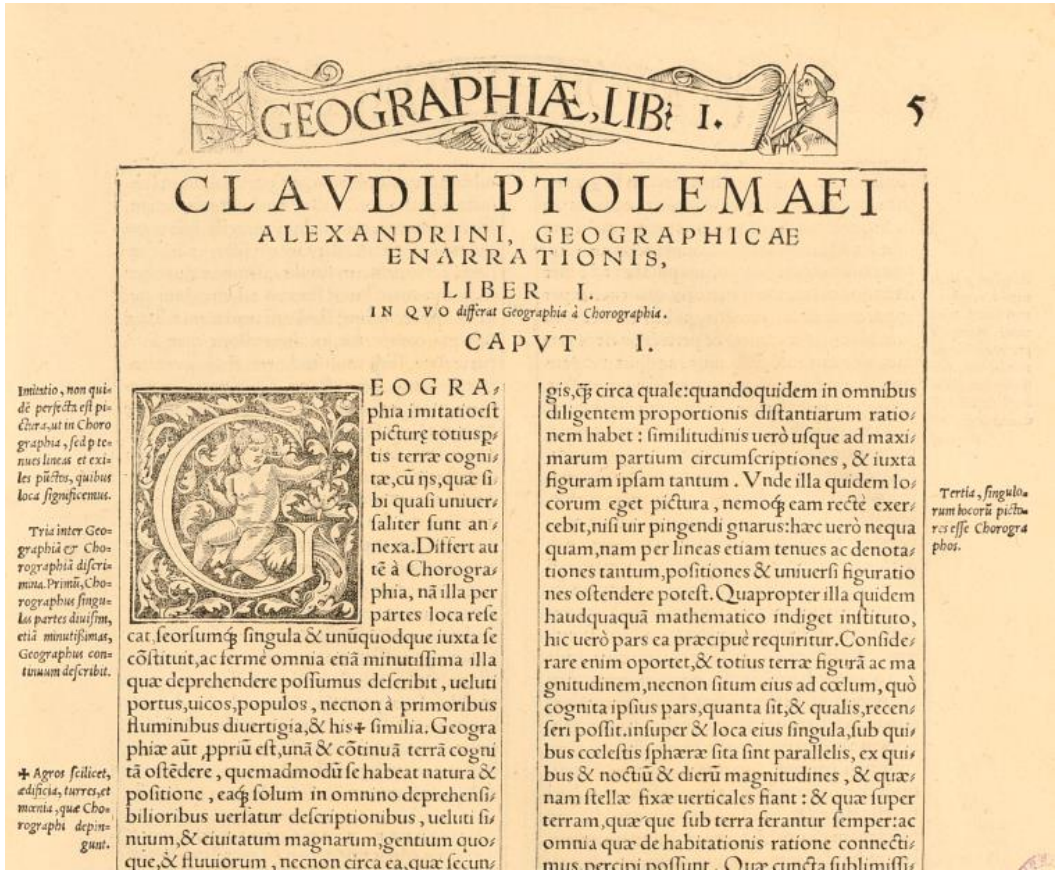


MICHAEL VILLANOVANVS
LECTORI S.

NON AB RE fuerit, lector amice, de Claudio nostro paucula hìc præscribere, ac demum quid nos in hac editione præstiterimus comminiſci. Fuit Ptolemæus Alexandria Aegypti urbe regia oriundus, Græcas literas, quibus tunc Aegyptus imbuebatur, abundè doctus: tametsi & Rhodi egerit aliquando: Philosophus, Astrologus, iuxtà ac Mathematicus strenuus, quod & alia eius monumenta testantur. Floruit sub Traiano, Adriano, & Antonio Pio Cæsaribus. Tanta in orbe perlustrando eius fuit solertiæ plus quàm Herculea gloria, ut terrarum orbem sine bello inuadens, sub regulam quandam censeri coëgerit, & nobis fruen=

dirigido a los lectores, en el que alabó en primer lugar la figura de Tolomeo: «Tan grande fue su habilidad para describir el mundo que, sin guerra alguna, conquistó toda la Tierra con su ciencia, y nos la entregó descrita bajo cierta norma para nuestro uso. No sólo trazó los lugares de la misma, sino que unió lo celeste con lo terrestre, reduciendo las medidas a un mismo sistema». A continuación, concretó un tanto su labor, indicando que en todo momento había pretendido corregir los pasajes corruptos y aclarar los oscuros; asimismo, trató de usar las

lenguas vernáculas de cada país para facilitar la lectura de los topónimos. La conclusión de su comentario, fue la siguiente: «Nuestra tarea, destinada al conocimiento de las provincias del mundo y a la comparación entre lo antiguo y lo moderno, será útil a quien desee ejercitarse en ello; salvo al envidioso que no soporta el trabajo ajeno sin celos». Tras la dedicatoria *Al amplísimo príncipe y reverendísimo señor Sebastián obispo de Brixen, Bilibaldo Pirckheimer le envía salud*, comienza la exposición de los ocho libros, señalando al inicio de cada uno los diferentes apartados de que constaban. El texto mantuvo las notas marginales de la versión del año 1524, siempre que Servet las considerara adecuadas, aunque la mayoría de los comentarios que se incorporaron fueron suyos. El libro primero fue una verdadera lección de cartografía matemática, en la que se introducen diferentes modos de representar la esfera en el plano. Constó de los 24 capítulos siguientes: *1) In quo differat Geographia a Chorographia (En qué se diferencia la Geografía de la Corografía); 2) Quae nam sint ad Geographiam praesupponenda (Qué cosas deben presuponerse para el estudio de la Geografía); 3) Qualiter ab stadiorum numero alicuius distantiae reduci possit (si non sub eodem fuerit meridiano) ambitus huius stadiorum numeri, sumantur et e contra (Cómo puede reducirse una distancia medida en estadios, si no se halla bajo el mismo meridiano, para conocer su circunferencia, y viceversa); 4) Quod ea quae ex apparentibus observata sunt, praeferenda debeant iis quae ex peregrinationis comperta sunt historia (Que las observaciones basadas en fenómenos visibles deben preferirse a las que provienen de relatos de viajeros); 5) Quod historiis novissimis magis sit adhaerendum, propter mutationes quae per tempora accidunt in terra (Que debe*



GEOGRAPHIÆ, LIB. I. 5

CLAVDII PTOLEMAEI
ALEXANDRINI, GEOGRAPHICAE ENARRATIONIS,
LIBER I.
IN QVO *differat Geographia à Chorographia.*
CAPVT I.

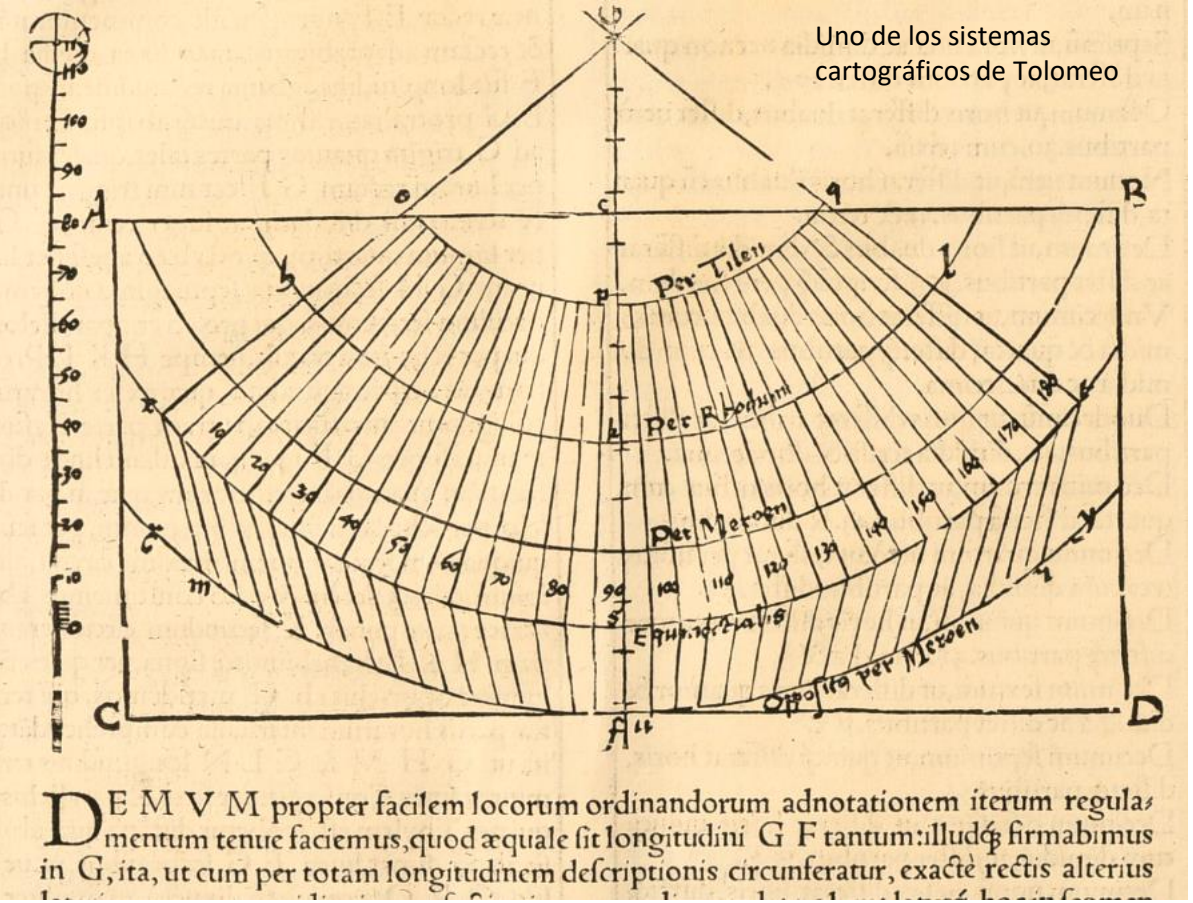
Imitatio, non quidē perfecta est picturæ, ut in Chorographia, sed per tenues lineas et exiles punctos, quibus loca significemus.

Tria inter Geographiā & Chorographiā discrimina. Primū, Chorographus singulas partes diuisim, etiā minutissimas, Geographus continuum describit.

✝ Agros scilicet, ædificia, turres, et mœnia, quæ Chorographi depingunt.

EOGRAphia imitatio est picturę totius partis terræ cognitæ, cū ijs, quæ sibi quasi uniuersaliter sunt annexa. Differt autē à Chorographia, nā illa per partes loca refert, seorsumq; singula & unūquodque iuxta se cōstituit, ac fermè omnia etiā minutissima illa quæ deprehendere possumus describit, ueluti portus, uicos, populos, necnon à primoribus fluminibus diuertigia, & his ✝ similia. Geographiæ aūt, ppriū est, unā & cōtinuā terrā cognitā ostēdere, quemadmodū se habeat natura & positione, eaq; solum in omnino deprehensibilioribus uerſatur descriptionibus, ueluti fluuium, & ciuitatum magnarum, gentium quoque, & fluuiorum, necnon circa ea, quæ secundum gis, cp; circa quale: quandoquidem in omnibus diligentem proportionis distantiarum rationem habet: similitudinis uerò usque ad maximarum partium circumscriptiones, & iuxta figuram ipsam tantum. Vnde illa quidem locorum eget pictura, nemoq; eam rectè exercebit, nisi uir pingendi gnarus: hæc uerò nequaquam, nam per lineas etiam tenues ac denotationes tantum, positiones & uniuersi figurationes ostendere potest. Quapropter illa quidem haudquaquā mathematico indiget instituto, hic uerò pars ea præcipuè requiritur. Considerare enim oportet, & totius terræ figurā ac magnitudinem, necnon situm eius ad cœlum, quò cognita ipsius pars, quanta sit, & qualis, recensferi possit. insuper & loca eius singula, sub quibus cœlestis sphæræ sita sint parallelis, ex quibus & noctiū & dierū magnitudines, & quænam stellæ fixæ uerticales fiant: & quæ super terram, quæque sub terra ferantur semper: ac omnia quæ de habitationis ratione connectimus percipi possunt. Quæ cuncta sublimissi-

Tertia, singulorum locorū pictūras esse Chorographos.

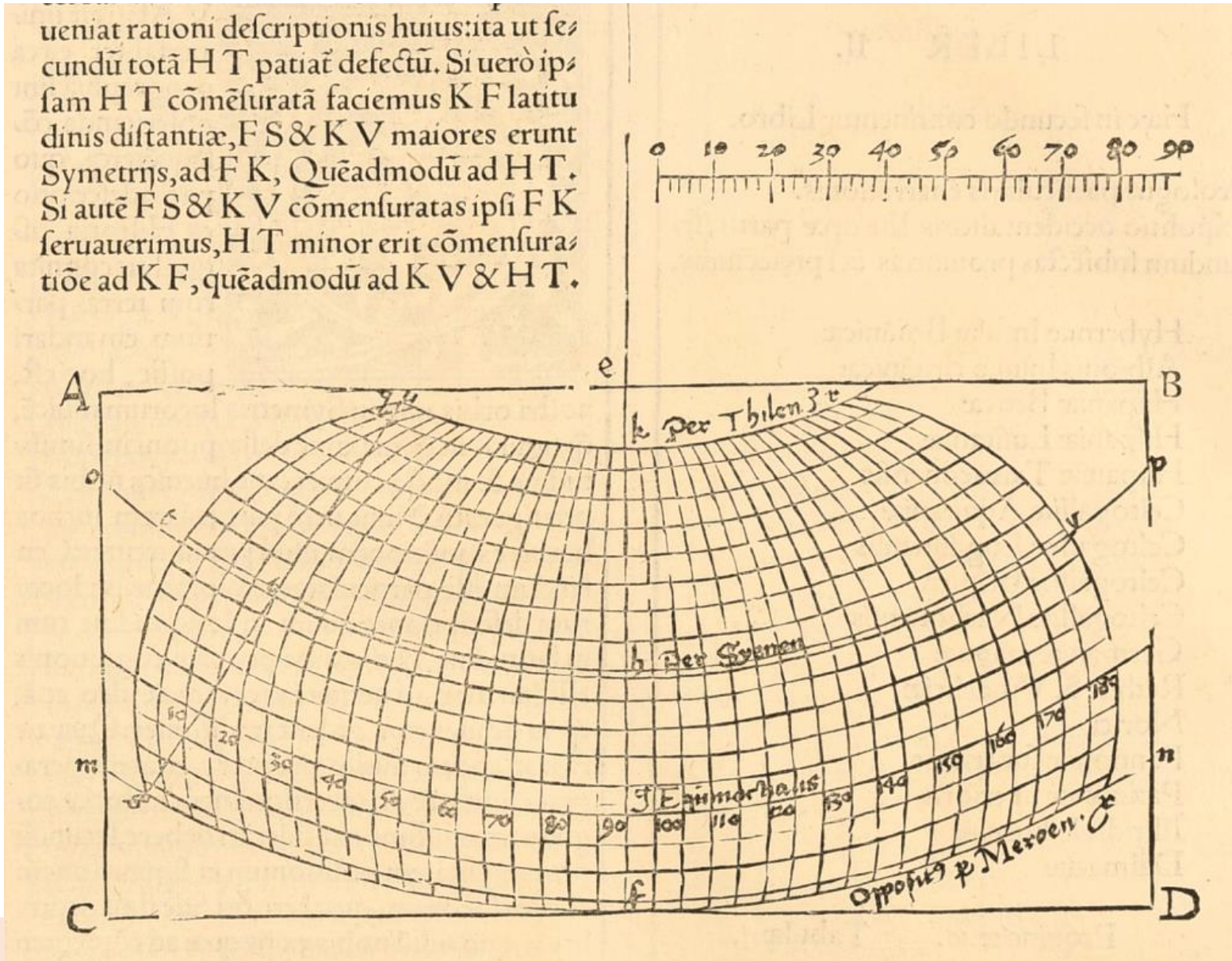


Uno de los sistemas cartográficos de Tolomeo

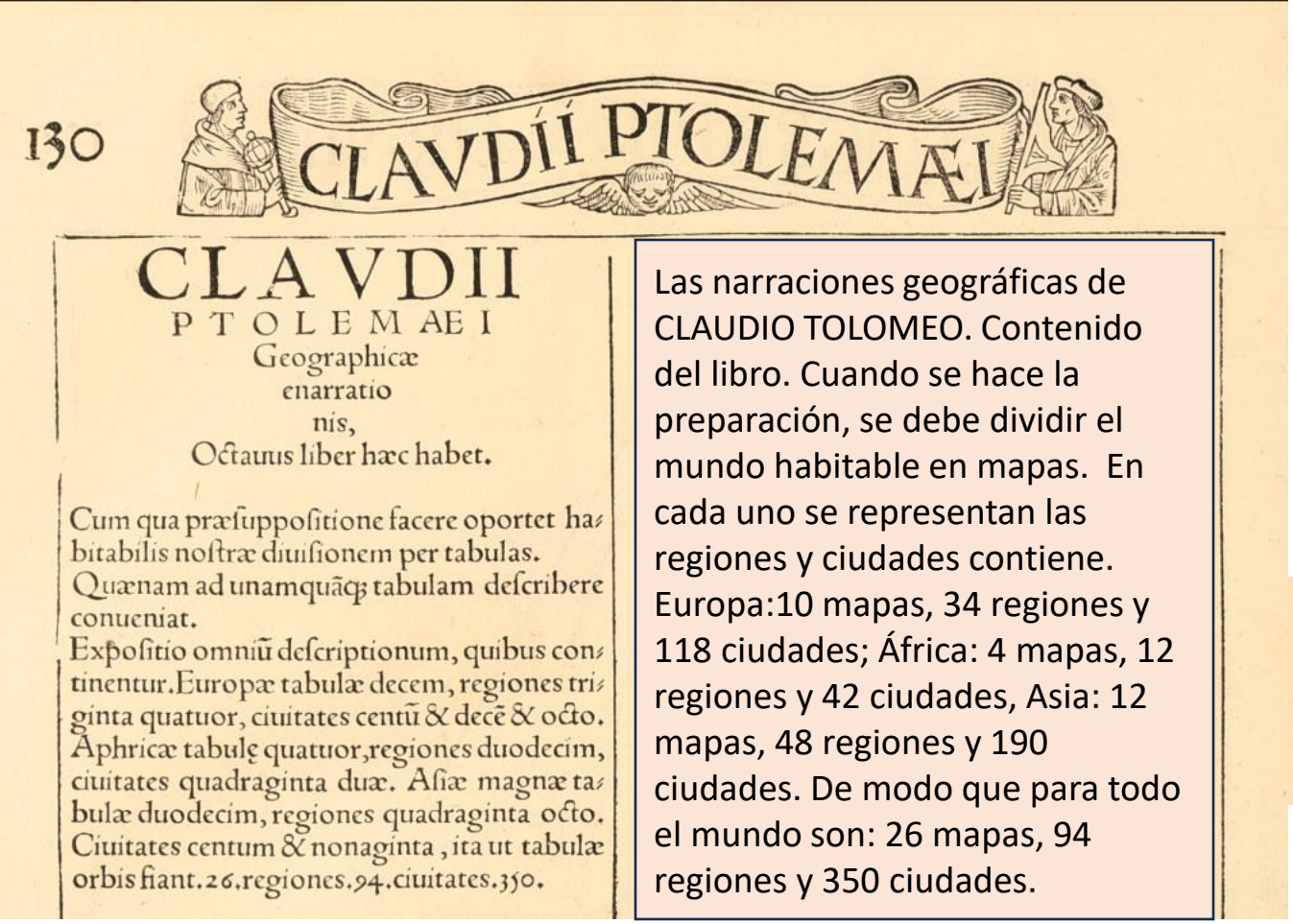
DE MVM propter facilem locorum ordinandorum adnotationem iterum regulamentum tenue faciemus, quod æquale sit longitudini G F tantum: illudq; firmabimus in G, ita, ut cum per totam longitudinem descriptionis circunferatur, exactè rectis alterius

atenderse más a las historias recientes, por los cambios que ocurren con el tiempo en la Tierra); 6)De Geographica Marini enarratione (Sobre la exposición geográfica de Marino); 7) Rectificatio distantiae latitudinis terrae cognitae ex apparentibus, secundum Marinum (Rectificación de la latitud de las tierras conocidas, según las apariencias observadas, conforme a Marino); 8) Eadem rectificatio ab emensione itinerum (La misma rectificación obtenida de las mediciones de caminos); 9) Eadem rectificatio a navigationibus factis (La misma rectificación procedente de las navegaciones realizadas); 10) Quod non oporteat Aethiopes supponere meridionaliores, quam sit parallelus oppositus per Meroem (Que no debe suponerse que los etíopes estén más al sur de lo que corresponde al paralelo opuesto que pasa por Meroe); *11) De iis quae ad longitudinem orbis non recte a Marino sunt excogitata (Sobre los errores de Marino respecto a la longitud del mundo); 12) Emendatio longitudinis terrae cognitae peragrationibus (Corrección de la longitud de las tierras conocidas mediante viajes terrestres); 13) Eadem emendatio a navigationibus (La misma corrección mediante navegaciones); 14) De navigatione a Chersoneso Aurea ad Cattigaram (Sobre la navegación desde la península Áurea (Malaca) hasta Cattigara); 15) De iis quae in particulari expositione Marini distentiant (Sobre las diferencias en la exposición particular de Marino); 16) Quod cum latuere quaedam in provinciarum terminationibus (Que han quedado ocultas ciertas cosas en los límites de las provincias); 17) In quibus ipse distentit ab iis quae nostro aevo historiis sunt prodita (En qué difiere él* - se refería a Tolomeo - *de las cosas relatadas en las historias de nuestra*

época); 18) Quam sint inutiles Marini compositiones ad designationem orbis (Qué tan inútiles son las composiciones de Marino para la representación del orbe); 19) De commoditate enarrationis nostrae ad designationem orbis (Sobre la ventaja de nuestra exposición para la representación del orbe); 20) De mensuratione incohata Tabulae Geographicae, a Marino compositae (Sobre la medición inacabada del mapa geográfico compuesto por Marino); 21) Quae nam observanda sint in designatione fienda in plano (Qué cosas deben observarse en la representación sobre el plano); 22) Qualiter oporteat orbem in sphaera describere (Cómo debe describirse el orbe sobre una esfera); 23) Expositio meridianorum et parallelorum, qui descriptioni sunt apponendi (Exposición de los meridianos y paralelos que deben añadirse a la descripción); 24) Modus per quem orbis in plano ita describi possit, ut comensuratione similis sit positioni sphaericae (Un método mediante el cual el globo puede ser representado en un plano de tal manera que la medida sea similar a la posición esférica).



La red de meridianos y paralelos en otro de los sistemas cartográficos de Tolomeo.


130

CLAVDÍÍ PTOLEMÆI

CLAVDII
PTOLEMAEI
Geographicæ
enarratio
nis,
Octauus liber hæc habet.

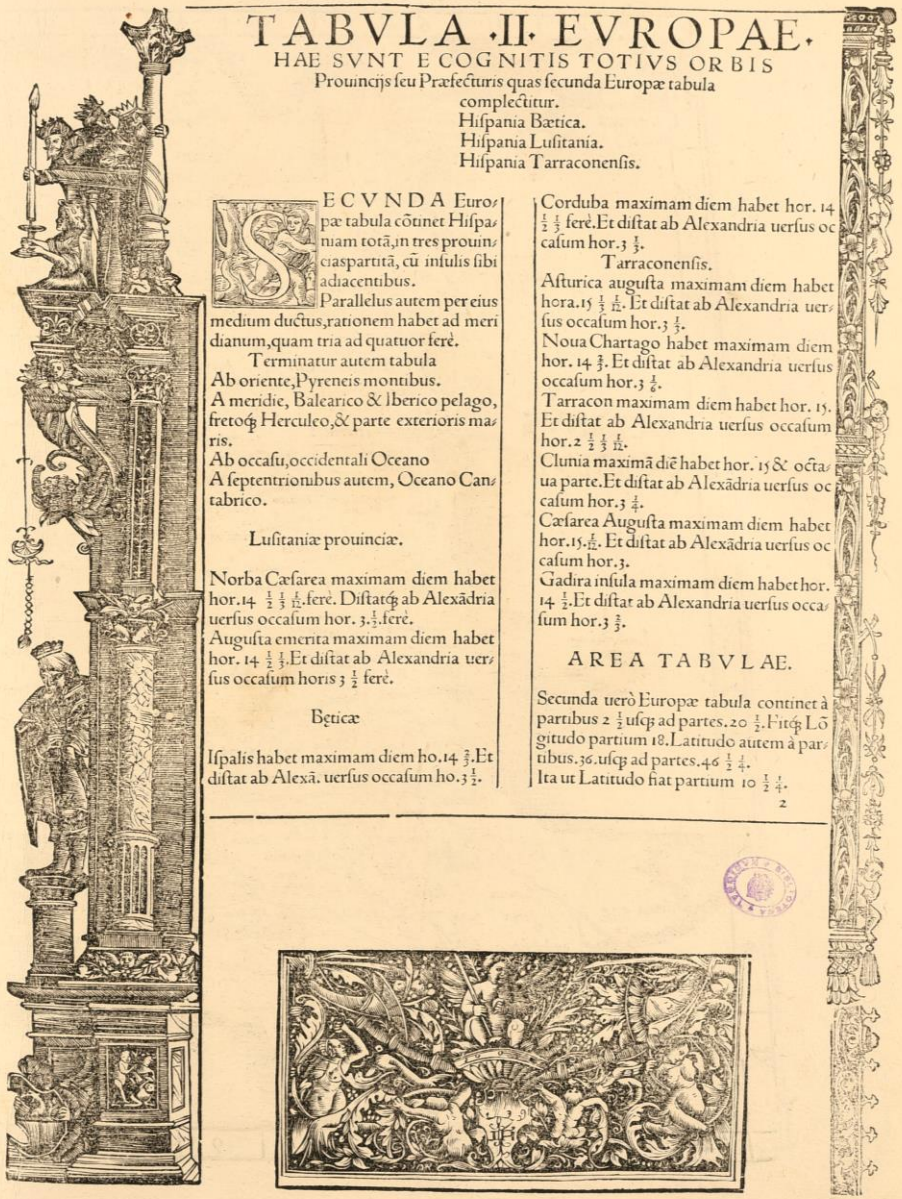
Cum qua præſuppoſitione facere oportet ha/
bitabilis noſtræ diuiſionem per tabulas.
Quænam ad unamquãq; tabulam deſcribere
conueniat.
Expoſitio omniũ deſcriptionum, quibus con/
tinentur. Europæ tabulæ decem, regiones tri/
ginta quatuor, ciuitates centũ & decẽ & octo.
Aphricæ tabulę quatuor, regiones duodecim,
ciuitates quadraginta duæ. Aſiæ magnæ ta/
bulæ duodecim, regiones quadraginta octo.
Ciuitates centum & nonaginta, ita ut tabulæ
orbis fiant. 26. regiones. 94. ciuitates. 350.

Las narraciones geográficas de CLAUDIO TOLOMEO. Contenido del libro. Cuando se hace la preparación, se debe dividir el mundo habitable en mapas. En cada uno se representan las regiones y ciudades contiene. Europa:10 mapas, 34 regiones y 118 ciudades; África: 4 mapas, 12 regiones y 42 ciudades, Asia: 12 mapas, 48 regiones y 190 ciudades. De modo que para todo el mundo son: 26 mapas, 94 regiones y 350 ciudades.

El contenido de los seis libros siguientes es básicamente un listado con las latitudes y longitudes de diferentes puntos, localizados en diferentes lugares de la ecúmene: II) Europa Central; III) Italia, Grecia, islas del Mediterráneo; IV) Norte de África y Etiopia; V) Asia Menor; VI) Asia central; VII) India, China y Sri Lanka. El libro VIII fue un apéndice cartográfico (Atlas), en el que se reprodujeron los mapas referidos a las regiones anteriores.

GEOGRAPHIÆ, LIB. VIII 131

Generalmente, los mapas iban precedidos de una especie de ficha geográfica de la zona en ellos representada, señalando para cada una de las ciudades identificadas, la duración del día más largo del año (ligada a sus latitudes) y la distancia horaria que las separaba de Alejandría; asimismo se indicaba la extensión superficial del mapa, fijando tanto su amplitud longitudinal como latitudinal. Aunque figure la ficha de presentación del mapa de Hispania (*Tabula II*), en esta edición de 1535 no se reprodujo la imagen del correspondiente mapa; una anomalía que fue subsanada en la edición corregida que vio la luz también en ese mismo año, en la Biblioteca Nacional de España se conservan ambas. En los dos casos es obligado subrayar la belleza y el esmero con el que se hicieron los grabados que enmarcaban las fichas en cuestión, cuyo autor podría haber sido A. Durero. También ha de señalarse



TABVLA ·II· EVROPAE·

HAE SVNT E COGNITIS TOTIVS ORBIS

Prouincijs seu Præfecturis quas secunda Europæ tabula complectitur.

Hiſpania Bætica.
Hiſpania Luſitania.
Hiſpania Tarraconenſis.

SECVNDA Europæ tabula cõtinet Hiſpaniam totã,in tres prouincias partitã, cũ inſulis ſibi adiacentibus.
Parallelus autem per eius medium ductus,rationem habet ad meridianum,quam tria ad quatuor ferè.

Terminatur autem tabula
Ab oriente,Pyreneis montibus.
A meridie, Balearico & Iberico pelago, fretoq; Herculeo,& parte exterioris maris.
Ab occaſu,occidentali Oceano
A ſeptentrionibus autem, Oceano Cantabrico.

Luſitaniæ prouinciæ.

Norba Cæſarea maximam diem habet hor.14 1/2 1/3 1/12.ferè. Diſtatq; ab Alexãdria uerſus occaſum hor. 3.1/2.ferè.
Auguſta emerita maximam diem habet hor. 14 1/2 1/3.Et diſtat ab Alexandria uerſus occaſum horis 3 1/2 ferè.

Bæticæ

Iſpalis habet maximam diem ho.14 2/3.Et diſtat ab Alexã. uerſus occaſum ho.3 1/2.

Corduba maximam diem habet hor. 14 1/2 1/3 ferè.Et diſtat ab Alexandria uerſus occaſum hor.3 1/3.

Tarraconenſis.

Aſturica auguſta maximam diem habet hora.15 1/3 1/12. Et diſtat ab Alexandria uerſus occaſum hor.3 1/3.
Noua Chartago habet maximam diem hor. 14 2/3. Et diſtat ab Alexandria uerſus occaſum hor.3 1/6.
Tarracon maximam diem habet hor. 15. Et diſtat ab Alexandria uerſus occaſum hor.2 1/2 1/3 1/12.
Clunia maximã diẽ habet hor. 15 & octaua parte.Et diſtat ab Alexãdria uerſus occaſum hor.3 1/4.
Cæſarea Auguſta maximam diem habet hor.15.1/12. Et diſtat ab Alexãdria uerſus occaſum hor.3.
Gadira inſula maximam diem habet hor. 14 1/2.Et diſtat ab Alexandria uerſus occaſum hor.3 2/3.

AREA TABVLAE.

Secunda uerò Europæ tabula continet à partibus 2 1/2 uſq; ad partes.20 1/2.Fitq; Lõgitudo partium 18.Latitudo autem à partibus.36.uſq; ad partes.46 1/2 1/4.
Ita ut Latitudo fiat partium 10 1/2 1/4.
2

PRESENTACIÓN DEL MAPA DE HISPANIA

MAPA II DE EUROPA

ESTAS SON, ENTRE LAS PROVINCIAS O PREFECTURAS CONOCIDAS DEL MUNDO ENTERO, las que comprende el segundo mapa de Europa:

Hispania Bética,
Hispania Lusitania,
Hispania Tarraconense.

EL SEGUNDO mapa de Europa contiene toda Hispania, dividida en tres provincias, con las islas que le son adyacentes. El paralelo trazado por el centro de ella guarda con el meridiano una proporción de casi tres a cuatro. El mapa está limitado: al oriente, por los montes Pirineos; al sur, por los mares Balear y Ibérico, el estrecho de Hércules y parte del mar exterior; al occidente, por el Océano Occidental; al norte, por el Océano Cantábrico.

Provincia de Lusitania:

En Norba César (*Cáceres*) el día más largo tiene unas 14 1/2, 1/3 1/12 horas, y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 1/2 horas.

En Augusta Emerita (*Mérida*) el día más largo tiene unas 14 1/2 1/3 horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 1/2 horas.

Bética:

En Hispalis (*Sevilla*) el día más largo tiene unas 14 2/3 horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 1/2 horas.

En Corduba (*Córdoba*) el día más largo tiene unas 14 1/2 1/3 y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 1/3 horas.

Tarraconense:

En Asturica Augusta (*Astorga*) el día más largo tiene unas 15 1/3 1/12 horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 1/3 horas.

En Nueva Cartago (*Cartagena*) el día más largo tiene unas 14 2/3 horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 1/6 horas.

En Tarraco (*Tarragona*) el día más largo tiene unas 15 horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 2 1/2 1/3 1/12 horas.

En Clunia (*Al sur de la Provincia de Burgos*) el día más largo tiene unas 15 1/8 horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 1/4 horas.

En Cesar Augusta (*Zaragoza*) el día más largo tiene unas 15 1/2 horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 horas.

En la Isla de Gades (*Cádiz*) el día más largo tiene unas 14 1/2horas y dista de Alejandría, hacia occidente, alrededor de 3 2/3 horas.

EL AREA DEL MAPA

El segundo mapa de Europa comprende desde los 2 1/2 grados hasta los 20 1/2 grados (de longitud). Así, su amplitud longitudinal es de 18 grados. La latitud, en cambio, va desde los 36 grados hasta los 46 1/2 1/4 grados, de modo que resulta una amplitud latitudinal de 10 1/2 y 1/4 grados.

que el número de mapas incluidos por Servet en esta edición fueron 36, ya que además de los que suelen atribuirse a Tolomeo, añadió otros relacionados con nuevos descubrimientos. Ese fue el caso del mapamundi *TABU. NOVA ORBIS. Differt situs orbis hidrographorum ab eoden Ptolomeus possii* (la disposición del mundo de los hidrógrafos difiere de la defendida por Tolomeo); en donde ya figuró parte del nuevo mundo (*Terra papagalli*). Sin embargo, en la

En África destacan las montañas de la Luna, el supuesto nacimiento del Nilo y la imagen del preste Juan, al norte de las mismas.

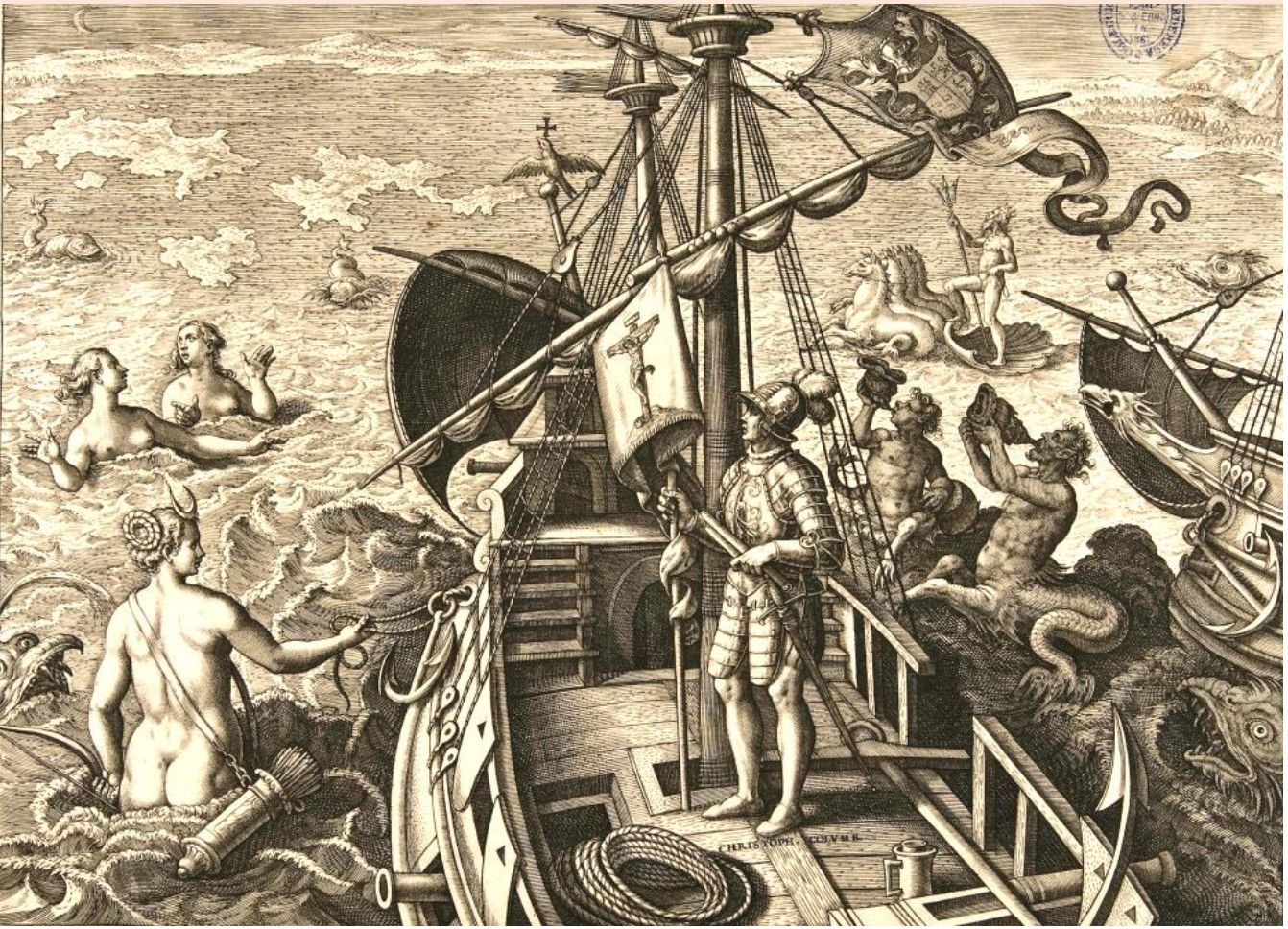
Sin embargo, en la edición corregida de 1535 si figuran dos mapas de Hispania, el clásico de Tolomeo y otro que se llamó *TABU. NOVA HISPANIAE*, sobresaliendo en este una de las primeras representaciones del reino de Granada; aunque no sea buena su fiabilidad geométrica: *Granata* equidista de *Sibilia* (Sevilla) y de *Seragna* (Salobreña). Consta esta peculiar edición

LOS DOS MAPAS DE HISPANIA incluidos en la GEOGRAFÍA DE SERVET. Edición corregida de 1535

de 49 mapas, debiendo destacar entre los de nueva incorporación la relevancia del que representa el Océano Occidental, tanto por la validez intrínseca de la propia imagen cartográfica como por la presentación de la misma, que escribió M. Servet. En ese mapa se dibujó con nitidez parte del límite oriental del nuevo mundo, ocupando lugar prominente las islas caribeñas; especialmente la Isabela, con el pendón de Castilla, y la Española. Junto a esta última se colocó un cuadro de texto explicativo, en el que se indicó que se encontraba a 440 millas del ecuador y a 800 del meridiano origen; añadiendo que la había descubierto Cristóbal Colón, al mando de la nave capitana. Justamente, bajo la línea equinoccial, se homenajeó de nuevo al marino genovés, escribiendo su nombre (*Cristoferum Columbum*) al norte del rótulo TERRA NOVA; el cual se localizó al oeste de una escena en la que figura un grupo de indígenas antropófagos, cuyo límite inferior coincide con el límite septentrional del Trópico de Capricornio. . La importancia de esta representación es doble, ya que su singularidad cartográfica está del todo asociada a la larga presentación (en dos páginas) del mapa, efectuada por Servet. Ciertamente, fue en ella donde se reivindicó de

Grupo de antropófagos en el mapa del *Oceanunus Occidentalis*. M. Servet. 1535.

Grabado del genovés Cristóbal Colón. Después de superar los temores del océano, descubrió para sí y puso bajo la autoridad de los Reyes de España las regiones de casi otro mundo. En el año de la salvación 1498. Adriaen Collaert, grabador flamenco. (traducción del título latino). Entre 1580 y 1590. Biblioteca Nacional de España.



forma expresa la gesta colombina, y parcialmente su travesía a partir de las Islas Canarias: «…Así pues, partiendo de allí, siguió navegando por el mar, y durante treinta y tres días y noches continuó su viaje hacia occidente, hasta que el mismo Colón, en la primera vigilia de la noche, divisó una cierta isla. Después de esto, avanzando más lejos, encontraron otras islas, entre las cuales hallaron las más recientes y muy fértiles; a una de ellas le pusieron el nombre de Juana (*Cuba*), y a otra la llamaron Hispana (*Española*)… Allí erigieron una cruz en señal de posesión y custodia del Nuevo Mundo por ellos descubierto. Luego, dejando dos de sus naves, Colón regresó a España, donde fue recibido con grandes honores por los Reyes, y nombrado virrey, almirante y gobernador del Nuevo Mundo descubierto por mandato suyo». El haber referido con cierto detalle esta presentación, obedece a que M. Servet tomó claramente partido en favor de Colón, a propósito del nombre con que se debería bautizar al nuevo mundo; alejándose de la elección que había hecho años atrás M. Waldseemuller, en recuerdo de Vespucio. La opinión de Servet no pudo ser expresada con mayor contundencia: «Por tanto, se equivocan por completo quienes afirman que este continente debe llamarse América, puesto que Américo Vespucio llegó allí mucho después de Colón, y no con los españoles, sino con los portugueses».

OCENVNVS OCCIDENTALIS
PARIAS
ISABELLA INSVL
SPAGNOHA
Babuca
Someto
magnana
Santa
macubiza
Cary
Tarruga
iamaiqua
Boriquen
AFRICE SIVE ETHIOPIE PARS
HISPANIA
Lilbona
ANGLIA INSVL
GALLIA
brazil
TROP·CANCS
EQVINOCTIAL
TROP·CAPRI
TERRA NOVA
Hec terra cum adiacentib' insulis inuenta est p Cristoferum Columbum ianuensem ex mandato Regis Castelle
Hic nascit' Corallus mire magnitudis
Mons·S·vincentij
C·sete aguas
Rio de S·Augustino
Rio de S·luca
TERRA PAGALLI
Serra de S·thoma
Pagus·S·pauli
Rio de nefans
Rio de manoz
Hoc mare sicle aqua dulci
Laguas
y delos Caubiles
Rio de fenfan
Rio de S·Christofano
Rio grande
Cauelibet Hazt diuisionū continet Mile·itali

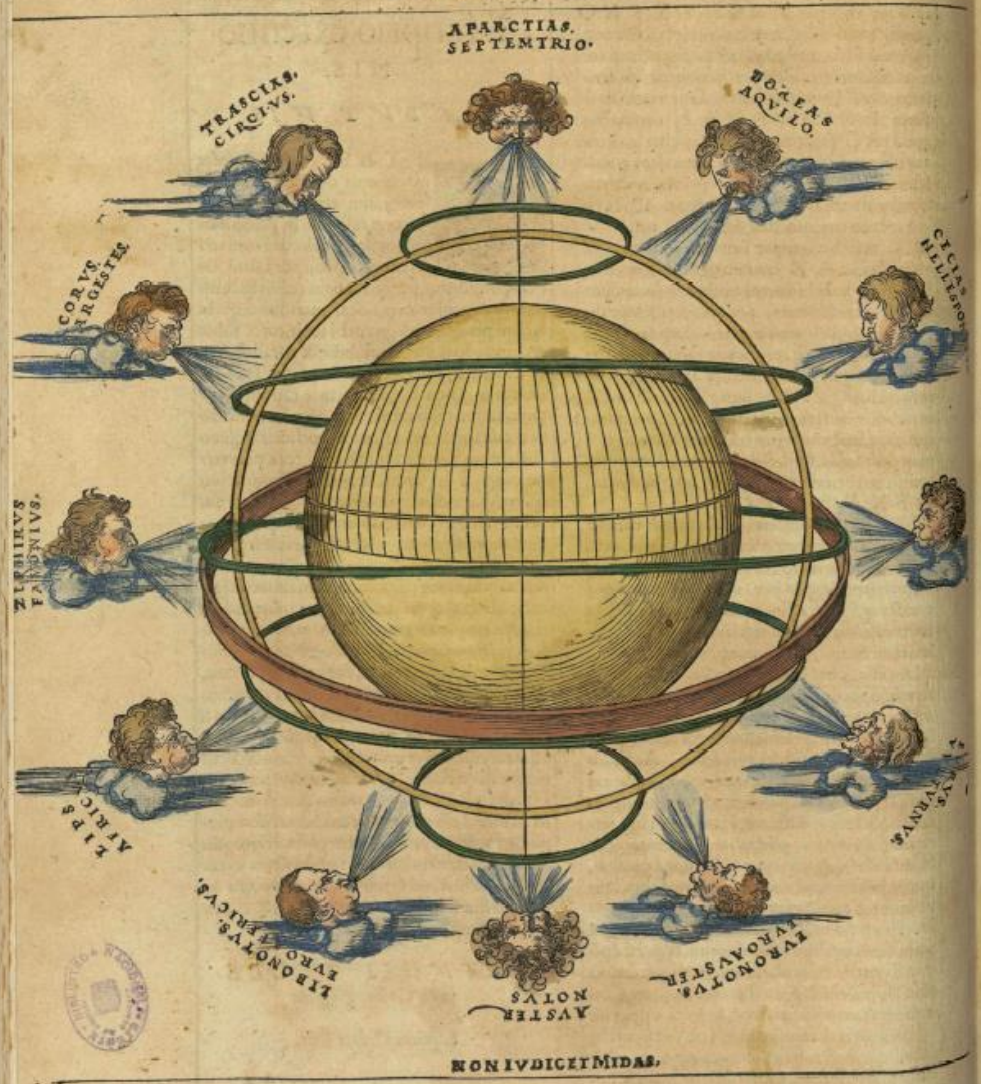
OCEANI OCCIDEN
TALIS SEV TERRAE NOVAE
TABVLA

CHRISTOPHORVS Colũbus natione Italus, patria Genuensis gente Colũba, uir erat mediocri statura, colore ad rubedinẽ inclinato, facie oblonga. Is eo animo regiam Hispaniarum regũ adiuit ut hactenus inaccessas orbis partes perq; diligenter peragraret, ac detegeret. Petijt propterea rursus & iterum instantissime ab rege memorato, ut uoto tam pio non deesset. futurum ei & toti Hispaniæ decus præclarum adseuerabat, si sua opera & impensa nouas inaccessasq; regiones nactus foret: & ad id opus nauandum, ultro se offerebat. Nam pollicebatur, plures posse nãcisci in occidente insulas, & continentem, quæ ad usum imo ad delicias mortalium minime forent ineptæ. Et imprimis in his insulis, quæ conterminæ sunt Indiæ, inueniri posse arbitrabatur baccas, id est uniones, lapides pretiosos ferè omne genus, necnon aromata omnifariam, auriq; plurimũ & argenti. Hæc meditantem, rex & regina identidem derisere, utpotè cogitantem inania, & pensi nullius, uertebaturq; hic sermo propè in fabellam. Tandem peractis annis octo, cum se alio Columbus cõferre uellet, cepit Rex his sermonibus aures prębere attentiores, decreuitq; experiri uiri ingenium: propterea in effectũ huius celebris instituti, iussit Liburnicam unã, & celoces duas, omni annonę armamentorumq; genere cõmuniri. Quibus expeditis, prima Septẽbris luce. M.cccc.xcij. diu optatum iter aggressus soluit à portu, Palos uulgariter ab Hispanis nuncupato, iter faciens uersus insulas fortunatas, quas nũc Hispani appellãt Canarias, ob id, q̃ canibus olim maxime abũdarẽt, antiqui uerò fortunatas dicebãt. Hæ eñ absunt à Gadibus leucas. cc. prout ipsi computant suas leucas, dantes unicuiq; leucæ. 4. miliaria. Fortunatas ꝓpterea eas dixere, ob aeris miram temperiem, cœliq; clemẽtiam. Sunt in climate per Sienẽ, inter occidẽtẽ & meridiẽ, eas incoluerũt ferinę gentes, q̃bus nulla fuit religio, nullus dei timor, nulla uerecundia, utpotè qui nudi incedebãt usquequaq;. Eo Colũbus cõcessit, aquæ nõnihil sumpturus, ut uel inibi socij prius parumper conquiescerent, q̃ atrocioribus se crederẽt laboribus: nam qui sulcant maria incomperta, his necesse est, propè labores innumeros exanclare. Soluens igitur illinc, arabat maria, & per dies. xxxiij. totidẽq; noctes nauigãs uersus occidentẽ, tandem ipsemet Columbus prima noctis uigilia insulã quãdã conspicatus est. propius accedentes, uidere insulas sex, quibus plustratis, duas nouissime uastissimas reperit, eisq; noĩa indidit, Alteram Hispanã, Ioannã alterã nuncupauit. Ioannam non satis compertã habuere, utrum foret insula uel ne, dum tamen eius latera legunt, audiuere innumeros, auium concentus, & imprimis luscinarum, quæ densissimis nemoribus inerrabãt, mense nouembri. Inibi etiam conspexere limpidissima flumina, eademq; potui suauissima, portus magnos celebresq;. Et cum uento Choro nauigarent, prouecti sunt magis secus insulæ littora, nusquã tamen ad calcem peruenere. Cũ igitur progressi fuissent ferè miliaria. 500. leucas uerò. 125. & nullũ terminum adhuc cõperissent, credidere continentẽ fore: propterea decreuere gradum referre, impellente pelagi sęuitia. nam malus, id est arbor nauis nutare incipiebat. Conuertit itaq; nauem ad orientem, & mox deuenere ad eam insulam, quæ dicitur Hispana, & cũ summe appeterent terrã, ac septentrionale latus explorarent, iam limiti terræ appropinquantibus, ratis maxima in scopulum quendam collisa est, adeò, ut iam dehisceret: uerum submergi nequiuit, ob planiciem saxi, mox accurrunt cum cymbis uiri celocis alterius, & socios è faucibus Neptuni eripuere, ferè moribundos. Cum terræ appulissent, conspecti sunt ab incolis eius insulæ, qui protinus effuse fugerunt in nemora densissima, non aliter, cũ si fugacem leporem consectaretur canis genus inauditum. Nostri tum uestigia insequuntur fugientium, & mulierem quandam corripuere, quam cum ad naues reduxissent, uino & obsonijs propè distentã, & eleganter uestitam, missam faciunt: nam ipsi nudi incedunt, & humaniores omnino ignorãt delicias. ibiq; erecta turri. 39. ex socijs in custodiã & possessionem noui orbis à se inuenti dimissis, cũ reliquis duabus celocibus idẽ Colũbus in Hispaniã se cõtulit, ubi honorificentissimè à regibus receptus uice rex & almirans ac gubernator dicti noui orbis eorũ iussu ab omnibus salutatur: iterũq; reuersus cõtinentẽ & alias quãplurimas insulas adinuenit, quibus nunc Hispani felicissime dominantur. Toto itaq;, quod aiunt, aberrãt cœlo qui hãc cõtinẽtem Americã nũcupari contendunt, cum Americus multo post Colũbũ eandem terrã adierit, nec cũ Hispanis ille, sed cũ Portugallensibus, ut suas merces cõmutaret, eo se cõtulit.

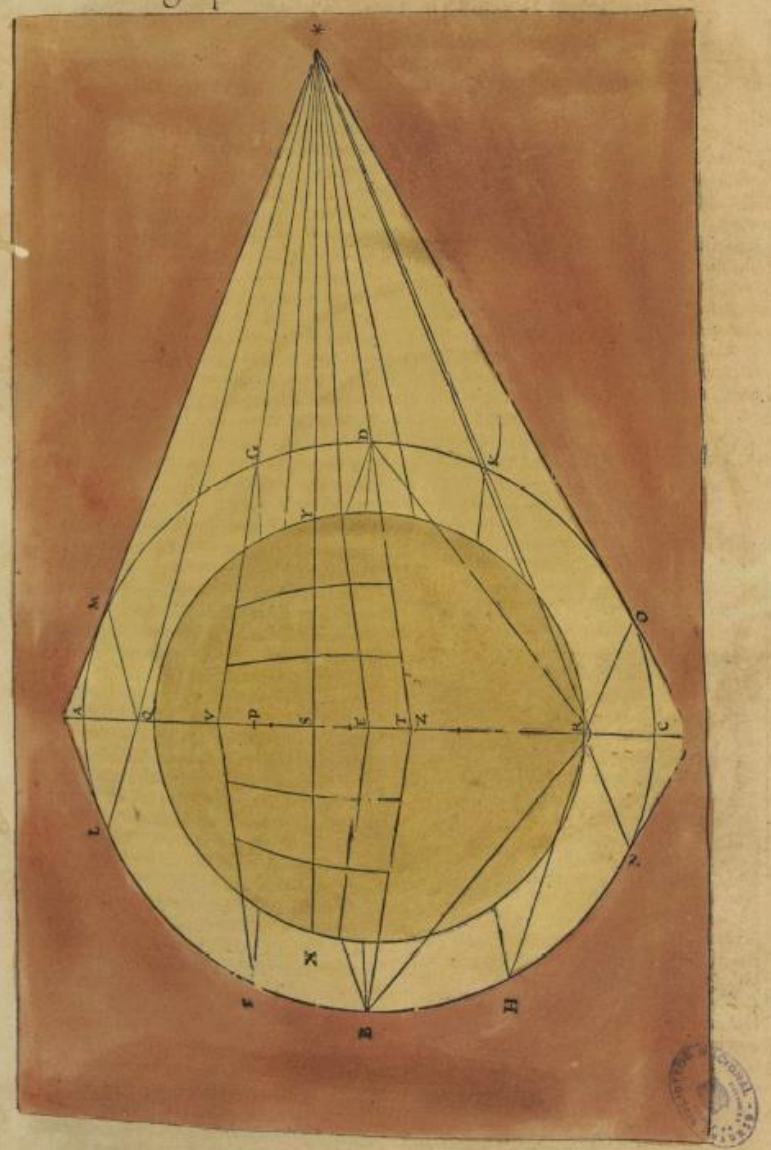
28

En el año 1541 se editó de nuevo esta Geografía de Tolomeo/Servet, manteniendo su contenido, pero ligeras modificaciones dignas de tenerse en cuenta; su portada aclara, en parte, muchas de ellas: «Revisada recientemente en su traducción, pero conforme a los antiguos ejemplares griegos, por Michael Villanovano, por segunda vez corregido y en innumerables lugares nuevamente enmendado. Añadidas además por el mismo, escolios con los cuales se explica por primera vez aquel difícil primer libro, y se interpretan los nombres anticuados de las ciudades según el uso de nuestro siglo. Asimismo, se añaden cincuenta mapas, tanto antiguos como modernos, en los que se explican las costumbres y modos de vida de sus habitantes. Se agrega un índice muy abundante, no visto hasta ahora». La edición se dedicó en esta ocasión a Pierre Palmer, arzobispo de la ciudad francesa de Vienne (*Amplissimo, Illustrissimo, ac Reverendissimo Domino Domino Petro Palmeiro, Archiepiscopo et Comiti Viennensi, Michael Villanovanus, Medicus, S. D.*), haciendo constar Servet su condición de médico. Aunque la presentación de los mapas sea más sencilla, al no llevar el ornato lateral de la edición previa, se les dio un coloreado tan equilibrado que se convirtieron en bellas estampas geográficas. El índice a que hacía referencia Servet, fue realmente interesante, en tanto que explicó el procedimiento a seguir parainterpretar adecuadamente el mapa. Lo estructuró en tres apartados: 1) Primer método para medir aritméticamente la distancia entre regiones, ciudades o cualesquiera lugares; 2) Determinación de la distancia entre dos lugares que difieren solo en longitud; 3) Obtención, mediante cálculo aritmético, de la distancia entre dos lugares, que difieren tanto en longitud como en latitud. Al final del mismo se incluyeron dos tablas, una para convertir grados fuera del ecuador en grados ecuatoriales y otra para facilitar la extracción de raíces cuadradas.

Detalle de la portada (Edición de 1541. Vienne). El lema de la puerta, *mi libertad va conmigo*, ayuda a comprender mejor las obras de Miguel Servet.



NON IVDICET MIDAS.

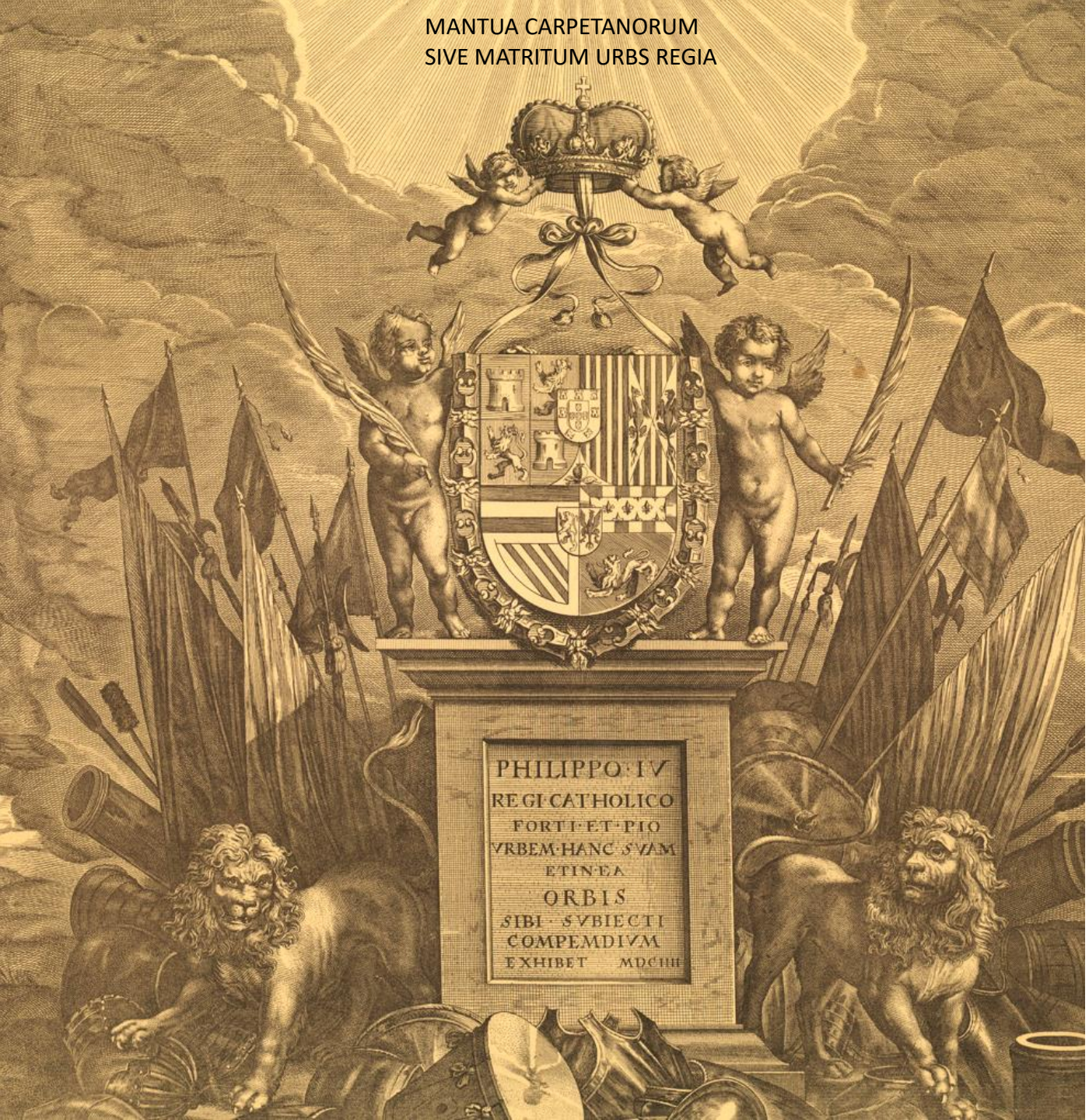


El tercer sistema cartográfico de Tolomeo, en la edición de 1541. Los círculos de la esfera armilar, incluido el de la eclíptica, se dispusieron de modo que no se le impidiera al observador la visión de la écumene (el mundo habitado).

Marca tipográfica de Miguel Servet

Cuando Servet se trasladó a Lyon conoció al médico y humanista Symphorie Champier, por cuya influencia acabaría estudiando medicina en la Universidad de Paris; publicando en el año 1537 *Syruporum universa ratio* (*Sobre la relación universal de los jarabes*) , su principal aportación a la disciplina médica. Poco tiempo después fue juzgado por haber enseñado astrología, lo que le llevó a escribir, en 1538, *In quendam medicum apologeticadiscreptatio pro astrologia*. El comienzo del escrito es fiel reflejo del carácter polémico del autor: «Mientras enseñaba públicamente astronomía en París, cierto médico intentó, por dos razones, destruir por completo esta disciplina —tanto la parte que predice a partir de los astros, como la otra, que observa los movimientos celestes mediante instrumentos. Con ello no demostró otra cosa sino su propia ignorancia, pues siguió a otro incompetente bajo cuyo magisterio había sido groseramente instruido, de modo que ambos, temerariamente, condenan lo que por completo desconocen. En su osadía, se jactan de ser filósofos y médicos, aunque cualquiera puede entender con toda claridad que se han apartado de sus guías —Platón y Aristóteles, Hipócrates y Galeno—, pues todos ellos fueron expertos en astrología. Estos, en cambio, no solo confiesan abiertamente su ignorancia en la materia, sino que además la atacan con insolencia. Aquéllos consideraban la astrología muy afín a la filosofía; éstos, por el contrario, la combaten como enemiga». Luego acabaría ejerciendo como médico en varias ciudades francesas, hasta recabar en Vienne (Viena del Delfinado), permaneciendo en esta ciudad hasta el año 1553. La actividad médica y la geográfica no impidieron que Servet continuara interesado en las cuestiones teológicas. De entre todas sus obras, de temática religiosa, sobresale *Christianismi Restitutio,* impresa en enero de 1553. Tres meses después fue encarcelado, aunque logró escapar y esconderse por la región. Huyendo de la Inquisición viajó hasta Ginebra, pero descubierto por Calvino, se produjo la ignominiosa ejecución en octubre de 1553.

Monumento a MIGUEL SERVET en Vienne, fue inaugurado en 1911.



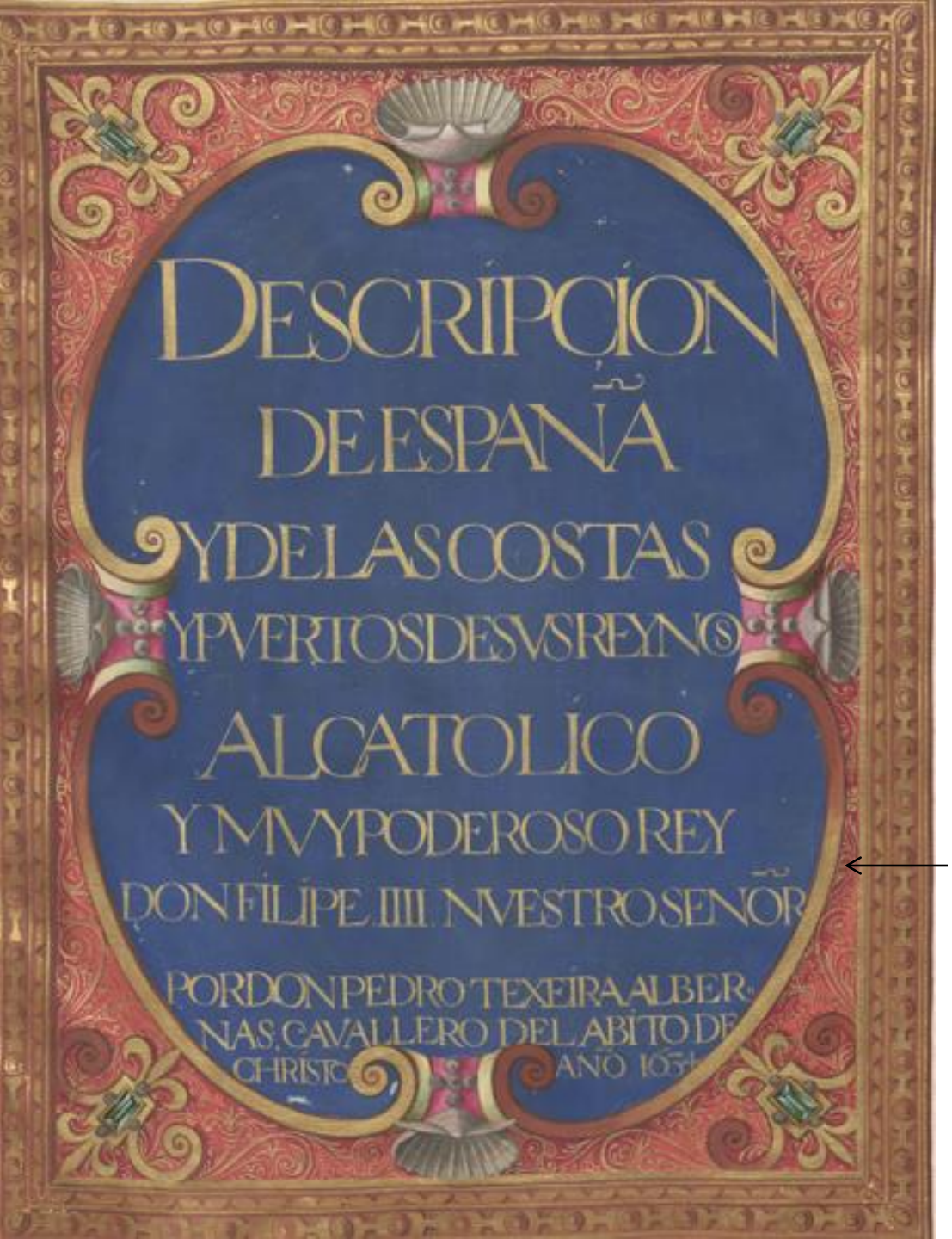
Pedro de Teixeira Albernas (ca. 1595-1662)

Cartógrafo portugués que acabó afincado en España al servicio de su corona, fue muy celebrado su plano topográfico de Madrid, una imagen cartográfica monumental, de 2.8 m x 1.8 m, compuesta por veinte planchas; se editó en Amberes y se iluminó con una elaborada cartela dedicada al Rey Felipe IV, la cual se reproduce junto a estas líneas. Pedro Teixeira Albernas fue miembro de una familia acomodada, su padre Luis Teixeira era cosmógrafo mayor del Reino de Portugal y su abuelo paterno, Juan Teixeira, fue canciller mayor del mismo. Hacia el año 1615 entró al servicio de dicho rey, llamado el Grande o Rey Planeta, iniciando sus actividades cartográficas con la formación del mapa de los Estrechos de Magallanes y San Vicente, cumpliendo así el encargo del Consejo de Indias y la Junta de Guerra. La expedición que lo hizo posible, partió de Lisboa el 21 de septiembre de 1618 y regresó a Sanlúcar

De Barrameda el 9 de julio de 1619, publicándose a continuación el citado mapa, con el título *Reconocimiento de los Estrechos de Magallanes y San Vicente*, creyéndose que fue este el primero que confeccionó el cartógrafo en cuestión. A partir de entonces, fijó su residencia en Madrid y contrajo matrimonio, cambiando de apellido (Texeira por Teixeira) y nacionalizándose español, convirtiéndose así «en uno de los más prolíficos de la España moderna»*. Fue por entonces cuando fue nombrado cosmógrafo real, ignorando si se produjo la reacción causa efecto, J. B. Lavanha decidió integrarlo en la Comisión del Mapa, en la que participarían también los capitanes Pedro Fernández Manjón y Gabriel de Santa Ana; el objetivo no fue otro que la formación de un nuevo mapa de la Península Ibérica, así como la descripción de sus pueblos, siguiendo el ejemplo de las Relaciones Topográficas de Felipe II.

A finales del mes de agosto de 1622 comenzaron los trabajos de campo en Fuenterrabía, aunque la muerte de Lavanha, dos años después, alteró los planes previstos, quedando solamente P. Texeira al frente de los mismos; simplificando notablemente el proyecto original, al centrarse mucho más en la representación

*Real Academia de la Historia. Historia Hispánica. *Pedro Texeira Albernas*. De ese artículo se han extraído la mayor parte de los comentarios de esta reseña.

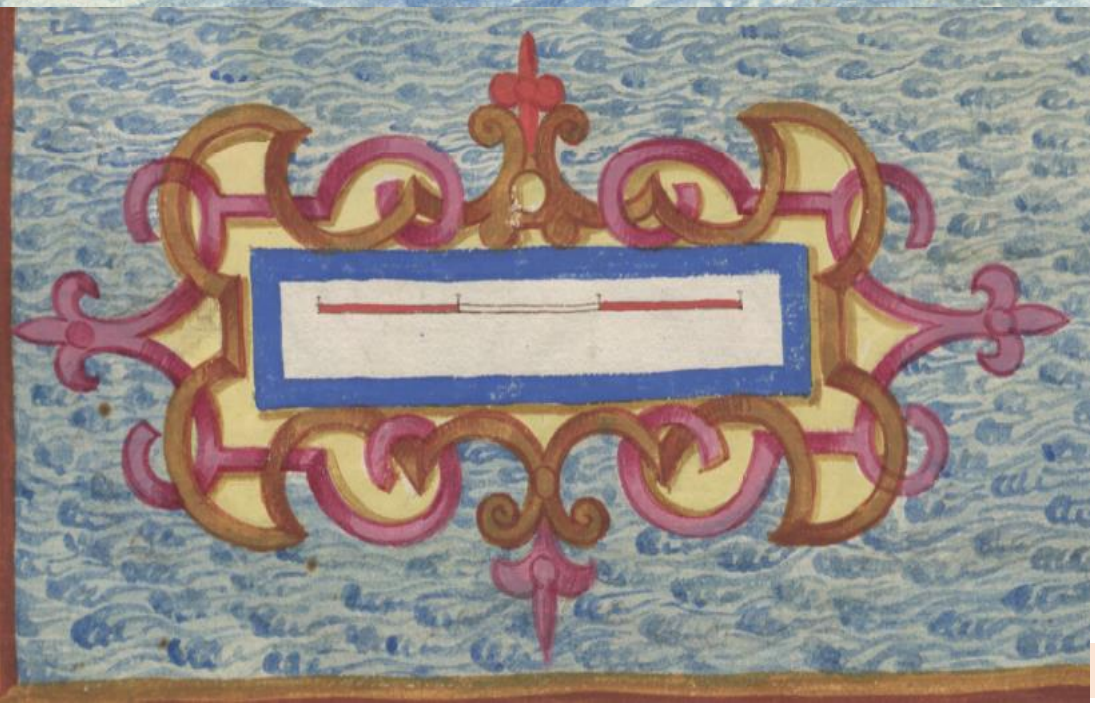


gráfica del litoral que en la descripción del mismo. No está claro elprocedimiento topográfico usado, aunque dijera « esto es lo que he hallado habiéndola medido geométricamente con toda precisión y particular cuidado»; posiblemente realizara intersecciones directas para localizar la posición de enclaves urbanos alejados. En el resto de los casos debió de medir distancias de modo aproximado, a tenor de alguna de sus informaciones en donde las expresaba en función del alcance de los disparos efectuados por diferentes armas. No obstante, sus trabajos le permitieron mejorar las representaciones previas del territorio que recorrió. En el año 1630, concluido su reconocimiento del territorio del litoral peninsular, fijó su residencia en Madrid para dedicarse de lleno a la preparación del atlas que pensaba dedicar al Rey Felipe IV; presentándoselo el 27 de marzo de 1634, sin que llegara a imprimirse. Afortunadamente se conserva una copia en Viena (*Cod. Min. 46. Österreichische Nationalbibliothek*), con el título *Descripción de España y de las Costas y Puertos de sus Reynos, por Don Pedro Texeira Albernas, Cavallero del avito de Christo.*

El atlas en cuestión, con 167 páginas, presenta la información geográfica captada por Pedro Texeira, tras recorrer todo el litoral

peninsular desde la provincia de Guipúzcoa a la de Gerona, en sentido retrógrado o antihorario.

Además de los dibujos panorámicos del paisaje, sin punto de vista definido, incluyó una serie de carteles barrocos para anunciar la colección de cada reino y otros a modo de separación. Las láminas con tales dibujos son realmente excepcionales por su equilibrado colorido, con un claro predominio del azul, usado para la representación de los detalles hidrográficos: mar, rías, ríos y riachuelos; aunque también se emplease ocasionalmente, con un tono grisáceo, para simular el relieve montañoso. El verde ocupa igualmente un lugar destacado, puesto que fue el empleado para el territorio de tierra adentro, tintando con él las masas arbóreas que figuraban en el dibujo. El rojo fue el reservado para toda la iconografía urbana, en la que se dibujaron en perspectiva todas sus edificaciones. El amarillo se usó para iluminar las zonas de playa. Una de las características más relevantes de esas vistas panorámicas es la de su sorprendente plasticidad, conseguida al combinar con maestría los perfiles abatidos con un sombreado de color marrón. Para completar los dibujos, se añadieron barcos y rosas de los vientos. La información toponímica fue.



jerarquizada, en función de la importancia del detalle urbano, empleándose generalmente la letra romanilla vertical con tinta negra.

La relevancia cartográfica de este atlas de Texeira estriba en los mapas que confeccionó para cada unos de los reinos hispánicos, los cuales fueron usados como introductorios de las vistas panorámicas correspondientes; todos ellos adornados con un elegante marco barroco, incluyendo una escala gráfica con pitipié en leguas. En cuanto a su colorido, se conservó la correspondencia ya citada para las vistas panorámicas, si bien se emplearon diferentes colores para identificar mejor los reinos limítrofes. He aquí los mapas de los reinos, numerados de acuerdo como aparecen reseñados en la biblioteca vienesa: 16. Tabla de la Costa de la provincia de Guipúzcoa, escala de 2 leguas; 29. Tabla de Bilbao, escala de 1 legua; 36. Tabla de Santander, escala de 3 leguas; 46. Tabla de Asturias, escala de 5 leguas; 58. Descripción del Reyno de Galicia, escala de 10 leguas; 81. Tabla del Reyno de Portugal, escala de 20 leguas; 92. Barra y Puerto de la Ciudad de Lisboa, escala de 2 leguas; 109. Tabla del Reyno de Andalucía, escala de 10 leguas; 120. Reyno de Granada, escala gráfica incompleta; 135. Tabla del Reyno de Murcia, escala de 5

Detalle de algunos de los barcos dibujados por Texeira y prototipo de la escala gráfica que usó

TABLA DEL REYNO DE ANDALVZIA.

EL REINO DE GRANADA

Imagen del Reyno de Granada en el mapa de la Península Ibérica, presentado por Pedro Texeira en el año 1634.

leguas; 144. Tabla del Reyno de Valencia, escala 10 leguas; 151. Principado de Cataluña, escala gráfica incompleta; 152. Tabla de la División de España con Francia, escala gráfica de 10 leguas.

P. Texeira incluyó en su atlas otros dos mapas: uno de la Península Ibérica, que presidió la colección de imágenes, y el mapamundi con el que la cerró; ambos sin título y con escalas gráficas, con un pitipié de 35 leguas el primero y sin concretar la del segundo. Pocas novedades se pueden aportar con relación al primero, salvo su semejanza con los del siglo y el hecho de que se graduaran solo sus márgenes, oriental y occidental con la escala de latitudes, de 15 en 15 minutos, entre losparalelos 35º 30´y 44º30´; brillando por su ausencia cualquier referencia a las longitudes. Los límites de los reinos peninsulares se representaron con líneas de puntos, al igual que se hizo con el perímetro del Principado de Cataluña, un texto que aparece rotulado en rojo, como se hizo con los restantes títulos identificativos. Con relación al mapamundi, si es obligado comentar que P. Texeira no solo hizo suya la idea de que california era una isla, separada del continente americano, sino que la integró en el mítico Reino de Anian, citado en los relatos de Marco Polo; formando parte de un vasto territorio limitado al oeste por el Golfo de Anian y al este por el Mar Bermejo (actual Golfo de California), que figura prolongado hacia el norte, hasta contactar con la Mar Congelado.

Con relación al mapamundi, si es obligado comentar que P. Texeira no solo hizo suya la idea de que California era una isla, separada del continente americano, sino que la integró en el mítico Reino de Anian, citado en los relatos de Marco Polo; formando parte de un vasto territorio limitado al oeste por el Golfo de Anian y al este por el Mar Bermejo (actual Golfo de California), que figura prolongado hacia el norte, hasta contactar con la Mar Congelado. La idea de representar California como isla fue uno de los errores cartográficos más conocido, persistiendo a lo largo de los siglos XVI y XVII. Su origen suele asociarse a la novela de caballerías que escribió Garci Rodríguez de Montalvo en 1510, titulada Las sergas de Esplandián. En ella se menciona una isla fantástica llamada California, gobernada por la reina Calafia: « Sabed que a la diestra mano de las Indias existe una isla llamada California muy cerca de un costado del Paraíso Terrenal; y estaba poblada por mujeres negras, sin que existiera allí un hombre, pues vivían a la manera de las amazonas. Eran de bellos y robustos cuerpos, fogoso valor y gran fuerza. Su isla era la más fuerte de todo el mundo, con sus escarpados farallones y sus pétreas costas. Sus armas eran todas de oro y del mismo metal eran los arneses de las bestias salvajes que ellas acostumbraban domar para montarlas, porque en toda la isla no había otro metal que el oro». El mito quedó del todo superado a raíz de las misiones de las

El Reyno de Anián y California en el mapamundi que Pedro Texeira dedicó al Rey Planeta en el año 1634

PARTE SEPTENTRION
OCEANO CANTABRICO
PARTE DE FRANÇIA
GOLFO DE LEON
MAR MEDITERRANEO
OCEANO OCCIDENTAL
PARTE OCCIDENTAL
PARTE ORIENTAL
ESTRECHO DE GIBRALTAR
OCEANO ATLANTICO
PARTE MEDIONAL
ESCALA DE 35 LEGVAS.

LA GRADUACIÓN DE LA LÍNEA INFERIOR PARECE REFERIRSE A LA LONGITUD HORARIA DE LA TIERRA

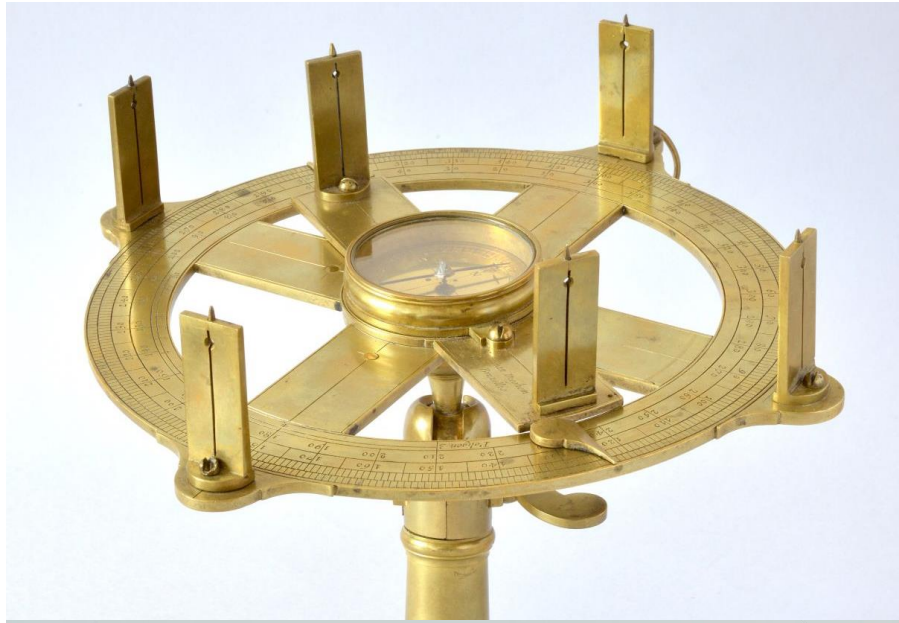
misiones jesuitas en Baja California y las exploraciones del padre Kino (Eusebius Franz Kühn, astrónomo austro italiano) a finales del siglo XVII, demostraron, con sus observaciones sobe el terreno, que la península estaba unida al continente. Aunque solo sea a título de curiosidad, resulta que: por un lado, la posición del Reino de Anian venía a coincidir con la Alaska y por otro, que el Golfo de California continuará ampliándose, ya que la península se aleja de Méjico a razón de unos 5 cm al año.

Descripción de los puertos y pasos que van de Francia a Burguete, señalando los reductos y cuerpos de guardia para sus defensas. *Archivo General de Simancas.*

Cuando Texeira terminó el atlas, continuó sirviendo al Rey, cumpliendo de inmediato diferentes encargos tanto en el País Vasco como en Navarra, reconociendo en su transcurso la frontera con Francia; de entonces proceden varios croquis de plazas y fortificaciones de la zona, como el relativo a la villa de Burguete, en el Pirineo navarro, conservado en el Archivo General de Simancas. La siguiente tarea que se encomendó data del año 1638 y fue de mayor enjundia, ya que debería informar sobre la defensa de la frontera entre Fuenterrabía y Pasajes de San Juan; en esta ocasión formó equipo con los ingenieros Marco Antonio Gandolfo y Jerónimo Iñiguez de

Soto. En los diez años siguientes efectuó los reconocimientos topográficos de Poblet (1640) y de la frontera con Portugal (1641). Durante el periodo 1642-1645 permaneció en Zaragoza confeccionando diversos planos, encargados por la Junta de Aragón, a la que acabaría enviándole, en 1650, tres mapas: Aragón, Valencia y Cataluña. La última etapa de su vida la pasó en Madrid, enfrascado en la confección del monumental plano de la capital, una obra maestra que lo catapultó a la cumbre de la cartografía urbana.

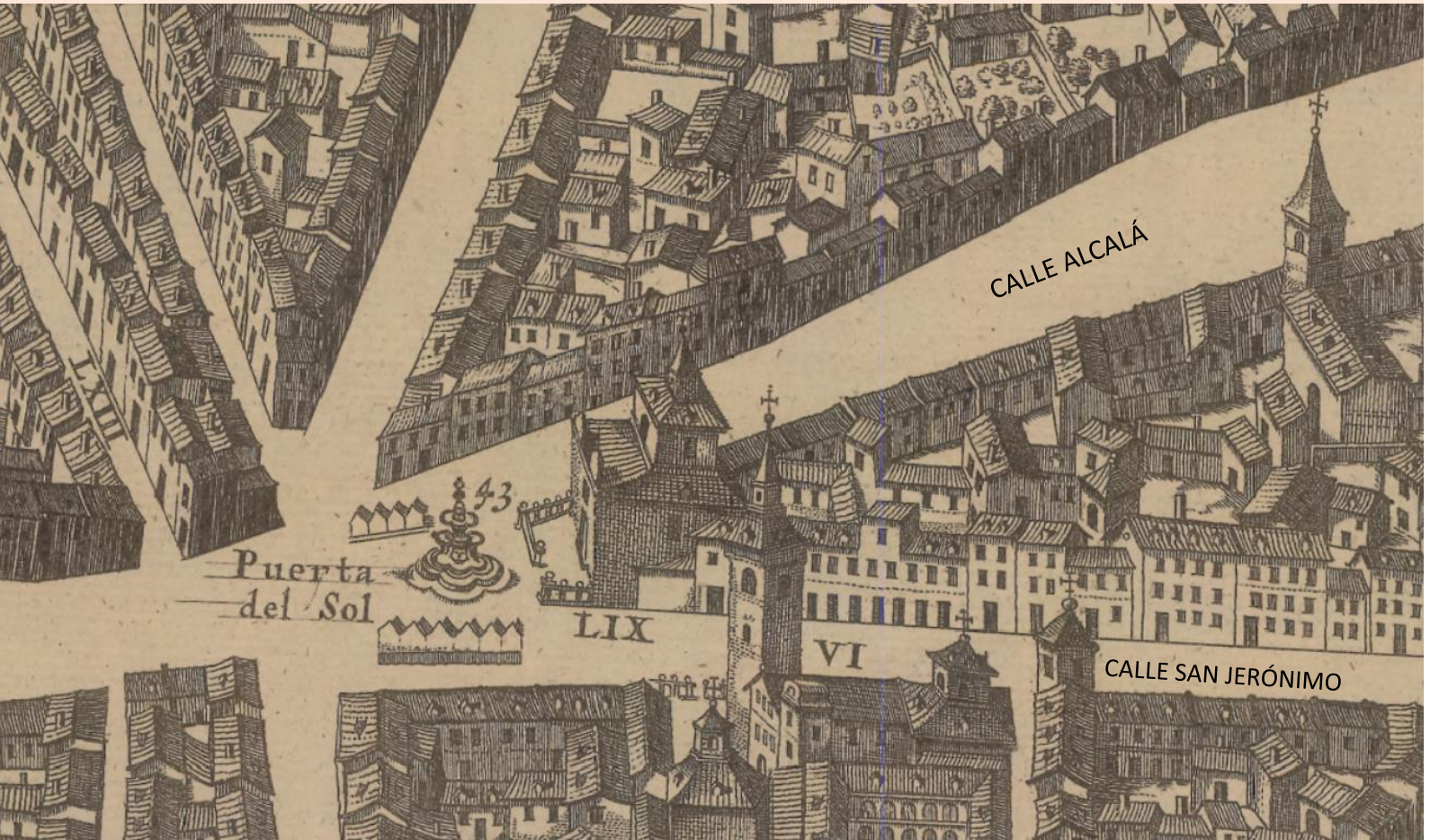
Muchas son las referencias que se han hecho sobre la obra magna de P. Texeira, a la que tituló *Mantua Carpetatorum sive Matritum Urbs Regia*; sin embargo, cuesta encontrar alguna en la que se comente el procedimiento topográfico seguido durante su levantamiento. Para contribuir a remediar en parte el olvido, me permito aventurar la posibilidad de que efectuase itinerarios de brújula por las calles de Madrid, radiando las discontinuidades de las mismas; formando al final una red de poligonales cerradas que rodeaban las diferentes manzanas del núcleo urbano. El instrumento goniométrico que usaría sería probablemente un círculo graduado, provisto de una brújula, con alidada de pínulas; conjunto que acabaría siendo conocido con el nombre de Círculo holandés. Además de medir los ángulos, también debió emplear la cadena de agrimensor para medir las distancias, entre las estaciones de los itinerarios u otras que considerase de interés. Más pormenorizado debió ser el análisis de formas que realizó de todas y cada una de las fachadas de las manzanas, para



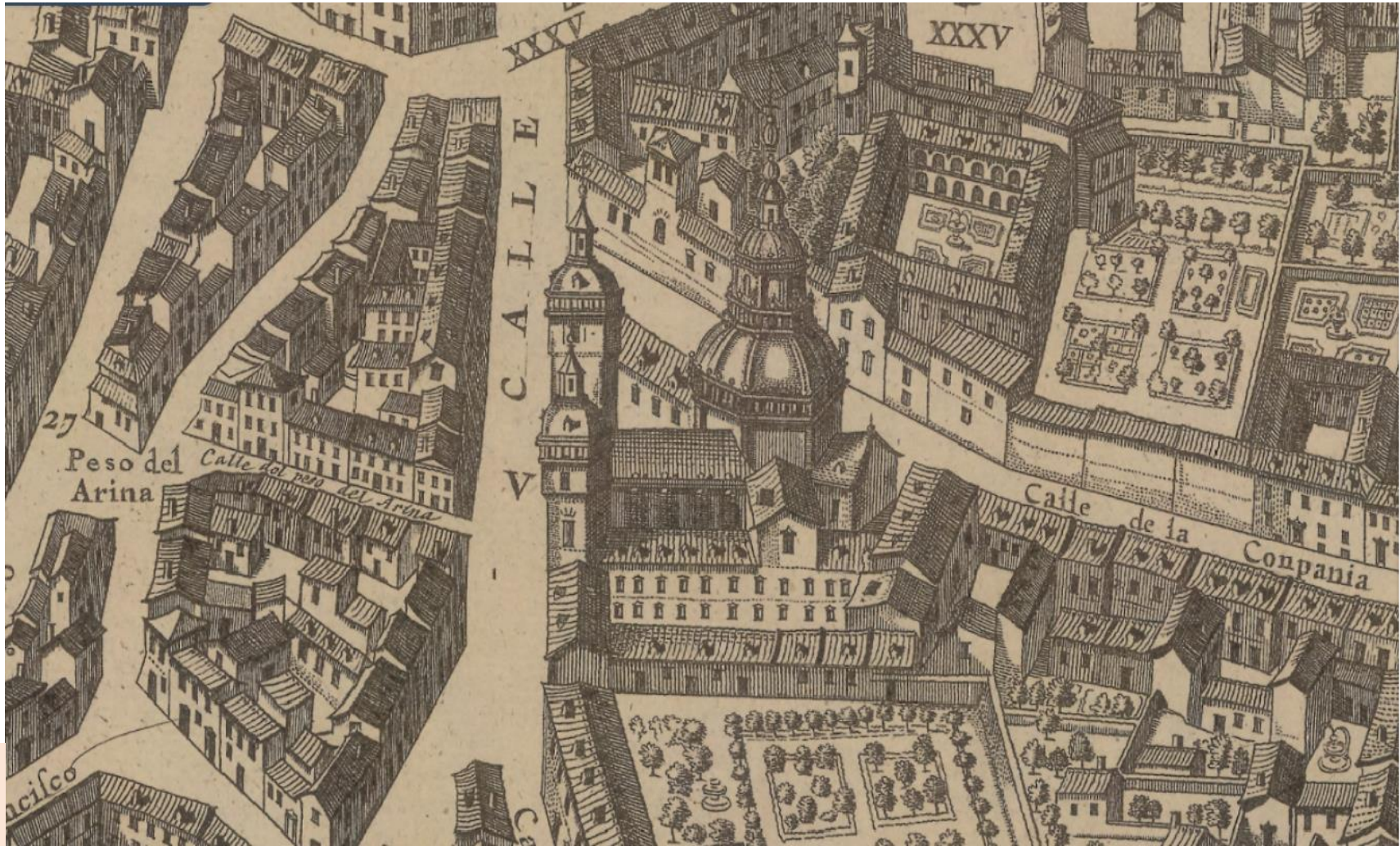
Goniómetro y cadena que debió usar Pedro de Texeira en el levantamiento de la planimetría de Madrid (1656).

poder plasmarlas en los cuidados dibujos perspectivos con que acompañó a la planimetría de la capital. El resultado de sus observaciones lo presentó en 20 planchas, que una vez ensambladas formarían un cuadro de 2.8 m x 1.8 m. Además de extender la orla con el texto latino por el borde superior del plano, Texeira incluyó una cartela en el opuesto con otro título mucho más extenso en español: « TOPOGRAPHIA DE LA VILLA DE MADRID. Descrita por Don Pedro Texeira. Año 1656. En la cual se demuestran todas sus calles, el largo y ancho de cada una de ellas, las rinconadas y lo que tuercen las Plazas, Fuentes, Jardines y Huertas con la disposición que tienen las Parroquias, Monasterios y Hospitales, están señalados sus nombres con letras y números que se hallarán en la Tabla y los Edificios Torres y delanteras de las Casas de la parte que mira al mediodía están sacados al natural, que se podrán contar las puertas y ventanas de cada una de ellas». A ambos lados de la cartela figuran sendas escalas gráficas, con un pitipié común de quinientas varas castellanas, incluyendo: en la occidental otro de mil pies de un tercio de vara y en la oriental otro de quinientos pasos de dos pies y medio. Junto a esa segunda escala, se representó la rosa de los vientos, para indicar la orientación del plano.

La Puerta del Sol en el plano de Texeira de 1656. La Torre VI corresponde al Convento de San Francisco de Paula de los mínimos. El edificio LIX era el Hospital de la Corte de la caridad de Nuestra Señora del Buen Suceso.

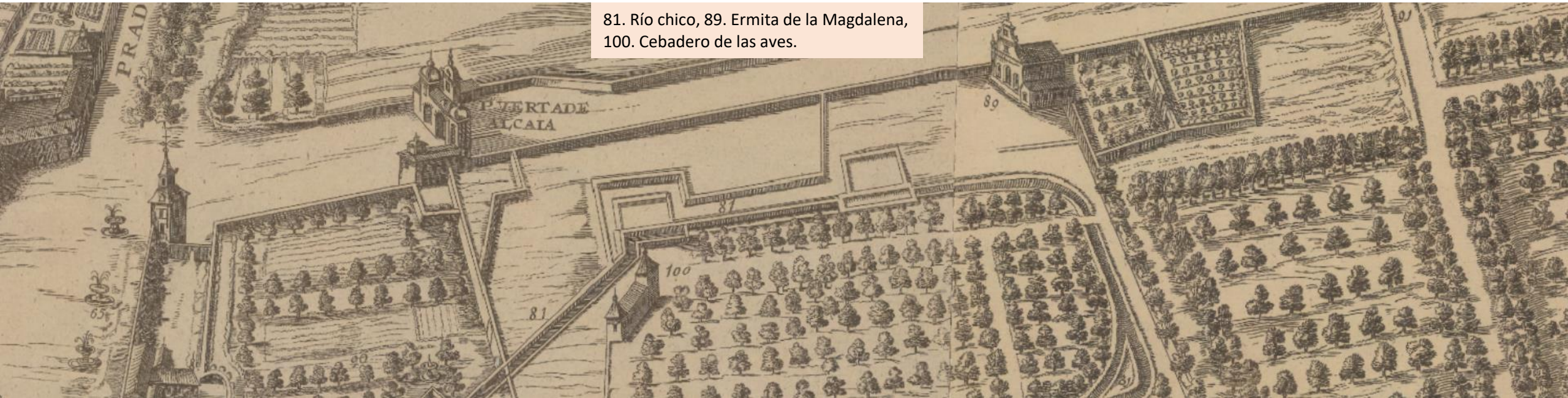


Cada una de las calles lleva rotulado su nombre a lo largo de la misma, empleando la letra romanilla minúscula y mayúscula (de menor y mayor tamaño); en función de su importancia. Para facilitar la lectura del plano no se identificaron con su nombre los lugares de interés, tal como se explicaba en la cartela. Con ese objeto, se relacionaron en la plancha de la esquina suroeste los edificios y detalles de mayor relevancia, identificándolos tanto con sus nombres como con las letras o los números con que se localizarían en el plano propiamente dicho. El primer lugar lo ocuparon las catorce parroquias, citadas de mayor a menor antigüedad, asignándole las letras A -P. A continuación se usó la numeración romana identificar los XXXI Conventos de religiosos, seguidos de los de las religiosas (XXXII-LVII). A los Hospitales se dedicaron los números LVIII-LXXIIII, a las Ermitas y Humilladeros los LXXV-LXXVIII. Después se empleó la numeración arábiga, para señalar: los 22 detalles del Palacio Real, los nombres particulares de la villa (23-32) y los de sus fuentes (33-67), los del Palacio del Retiro (18-102) y los de la Casa de Campo (103-150).



V. Colegio Imperial de San Pedro y San Pablo de la Compañía de Jesús, fundado por los padres Pedro Fabro y Antonio de Arangue en 1560. Plano de Texeira (1656)

Texeira representó también el entorno inmediato de casco urbano, mostrando la disposición de los cultivos en las huertas, otras masas arbóreas y el parcelario aparente; sin olvidar la simulación del relieve mediante normales rudimentarias. A raíz de la publicación de las primeras reediciones, el Plano de Madrid fue un producto cartográfico insustituible para los estudiosos de la evolución urbana de Madrid, pudiendo afirmar rozó la excelencia al haber acompañado la planimetría urbana con las imágenes perspectivas de las manzanas. Ramón de Mesonero Romanos, que lo estudió y aprovechó, dijo de él: «Efectivamente, la minuciosidad y exactitud del dibujo son tales, que dejan poco que desear, no sólo en cuanto a la demostración del giro y disposición de las calles, sino en el alzado de las fachadas y topografía interior de los edificios, pudiendo juzgar de la conciencia con que fue hecho aquel precioso trabajo por los varios públicos y particulares que aún se conservan en el mismo estado en que los representa el plano, con la misma repartición de su planta, con el propio número de pisos puertas y ventanas; y la misma forma general de su ornato arquitectónico». (*El Antiguo Madrid, paseos histórico-anecdóticos por las calles y casas de esta villa*. Ed. 1881, página 60).



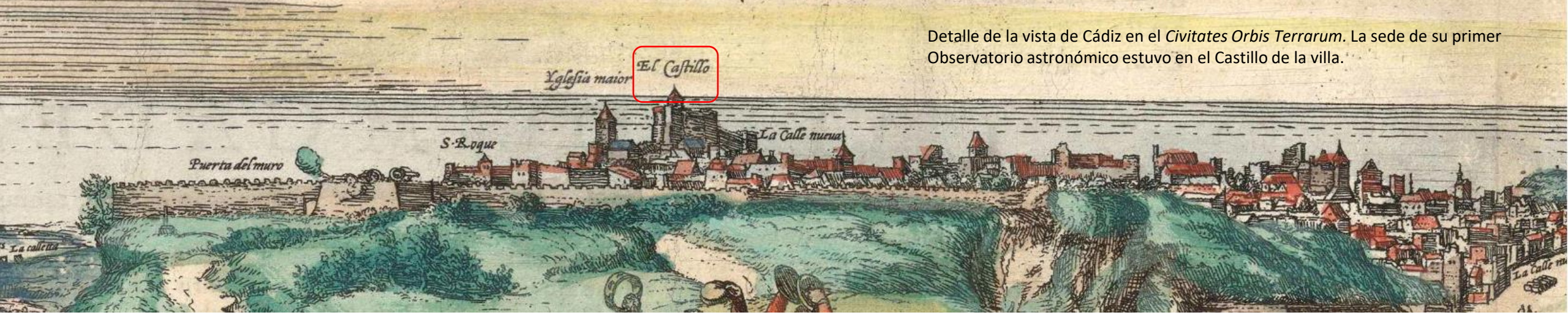
81. Río chico, 89. Ermita de la Magdalena, 100. Cebadero de las aves.

Instituto Geográfico y Estadístico.
Reproducción de 1881

Vicente Tofiño de San Miguel y Vandewalle (1732-1795)

Destacado marino matemático y cartógrafo gaditano que dirigió el primer levantamiento hidrográfico de todo el litoral peninsular, posibilitando así el cálculo riguroso de su superficie*.Con tan solo quince años, se hizo cadete de las Guardias Españolas; siendo destinado al regimiento de Murcia, en donde ascendió a teniente. Tras ser trasladado a los Regimientos de Soria y Segovia, decidió ingresar en la Academia de Artillería de Cádiz; acogiéndose a la disposición dictada por el marqués de la Ensenada. Cuatro años después, en 1755, fue nombrado por Jorge Juan tercer maestro de Matemáticas en la Academia de Guardias Marinas de Cádiz. En 1757 se incorporó finalmente a la Armada con el grado de teniente de fragata. Después de haber participado en varias misiones militares, fue nombrado director de la Academia de Guardias Marinas, en el año 1768. Pocos años después, redactó junto al lucense José Varela y Ulloa, tanto su plan de estudios como el programa de todas las observaciones astronómicas que deberían efectuar en el Real Observatorio de Cádiz los oficiales alumnos a él asignados. Luisa Martín Merás y Verdejo, resumió muchas de ellas en la reseña que

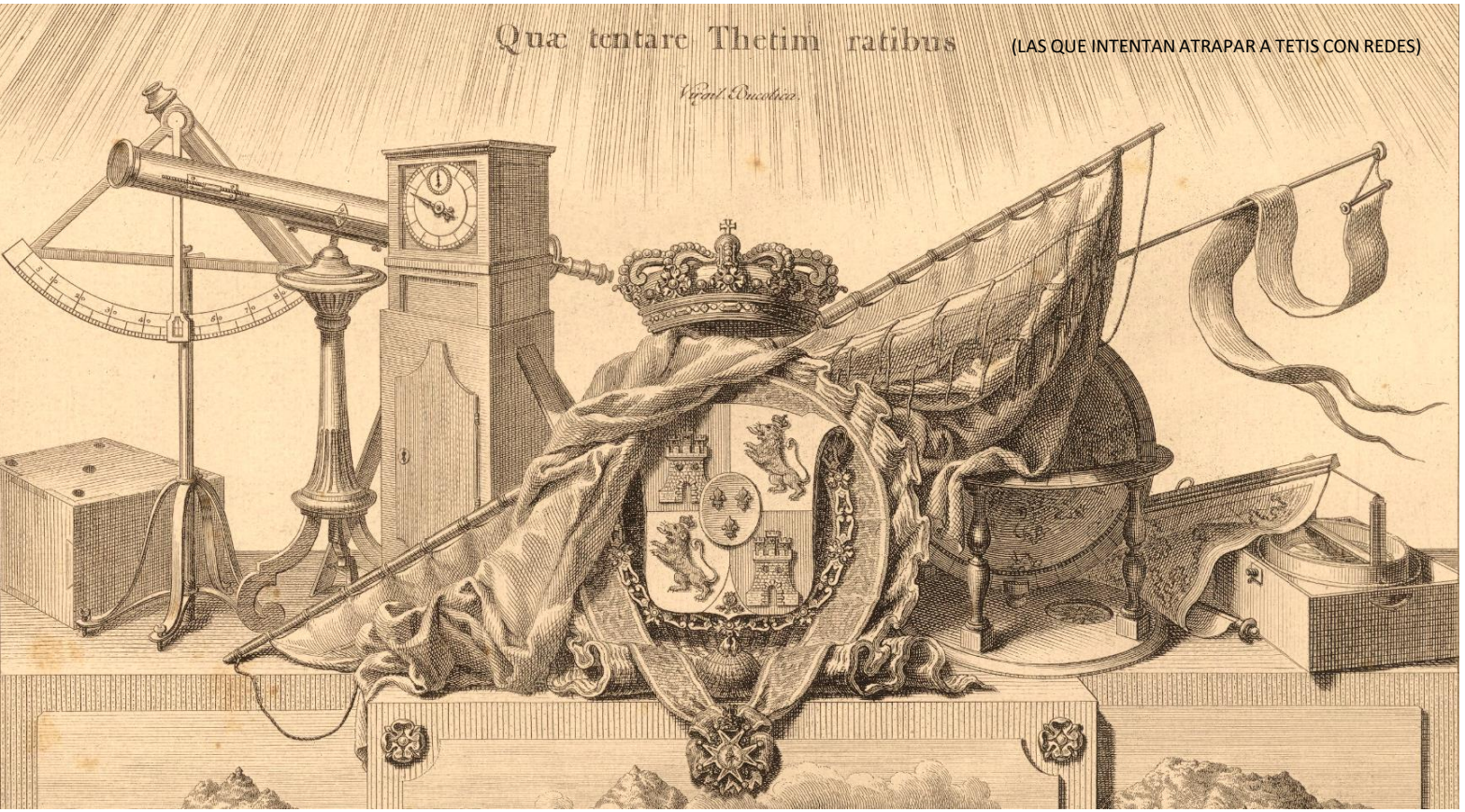
*Suele fijarse en 583254 km^2, de los cuales corresponden a España 493515 km^2 y a Portugal 88 944 km^2, correspondiendo el resto a Francia, Andorra y a Inglaterra.



Detalle de la vista de Cádiz en el *Civitates Orbis Terrarum*. La sede de su primer Observatorio astronómico estuvo en el Castillo de la villa.

hizo sobre Tofiño para la Real Academia de la Historia: observaciones para determinar la hora del mediodía por alturas correspondientes del Sol, observación de los pasos meridianos del Sol, la Luna y los planetas, localización de estrellas por sus coordenadas ecuatoriales, así como la observación de las ocultaciones y emersiones de los satélites de Júpiter y las ocultaciones de estrellas por la Luna, a fin de calcular la longitud geográfica. Tanto Varela como Tofiño obraron con conocimiento de causa, pues ambos las habían realizado con anterioridad. Sin embargo, el proyecto tan bien concebido por los dos marinos, se frustró nada más iniciarse, coincidiendo con el nombramiento de Tofiño como responsable del levantamiento hidrográfico de las costas españolas. Para ello contó con la inestimable colaboración de antiguos alumnos que ya habían destacado en la Academia y en el Observatorio, tales como: Julián Ortiz Canelas y José de Vargas Ponce, entonces alféreces de navío, Alejandro Belmonte, José Espinosa y Tello y Bernardo de Orta, tenientes de navío. A los que se unirían después Dionisio Alcalá Galiano, José de Lanz y Juan Vernacci. Como primer piloto fue destinado Francisco Catalá, siendo Felipe Bauzá el piloto ayudante. Aunque Tofiño ya era valorado muy positivamente por la comunidad astronómica internacional, su mayor prestigio lo alcanzó con la nueva tarea que había emprendido; al haber comprendido de inmediato que el éxito de la misma estaba unido a la introducción de la astronomía geodésica en la producción de la cartografía náutica. Los aparatos

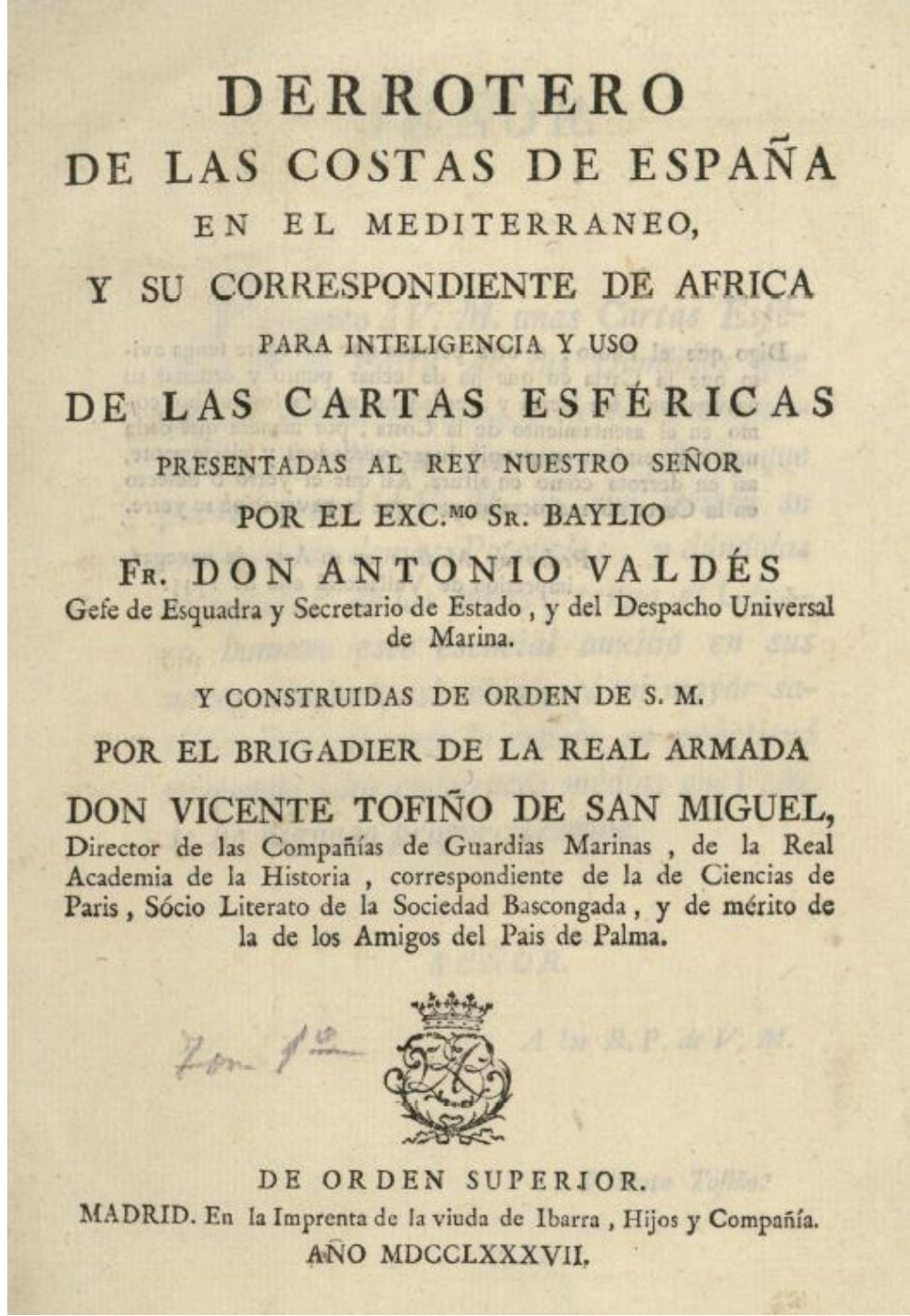
necesarios los proporcionó la Academia de Guardia Marinas y el Observatorio de Cádiz, aunque se adquirieron en Inglaterra varios más: un cuarto de círculo, un péndulo, dos anteojos acromáticos para las observaciones astronómicas, un teodolito, un círculo de reflexión y un barómetro marino.



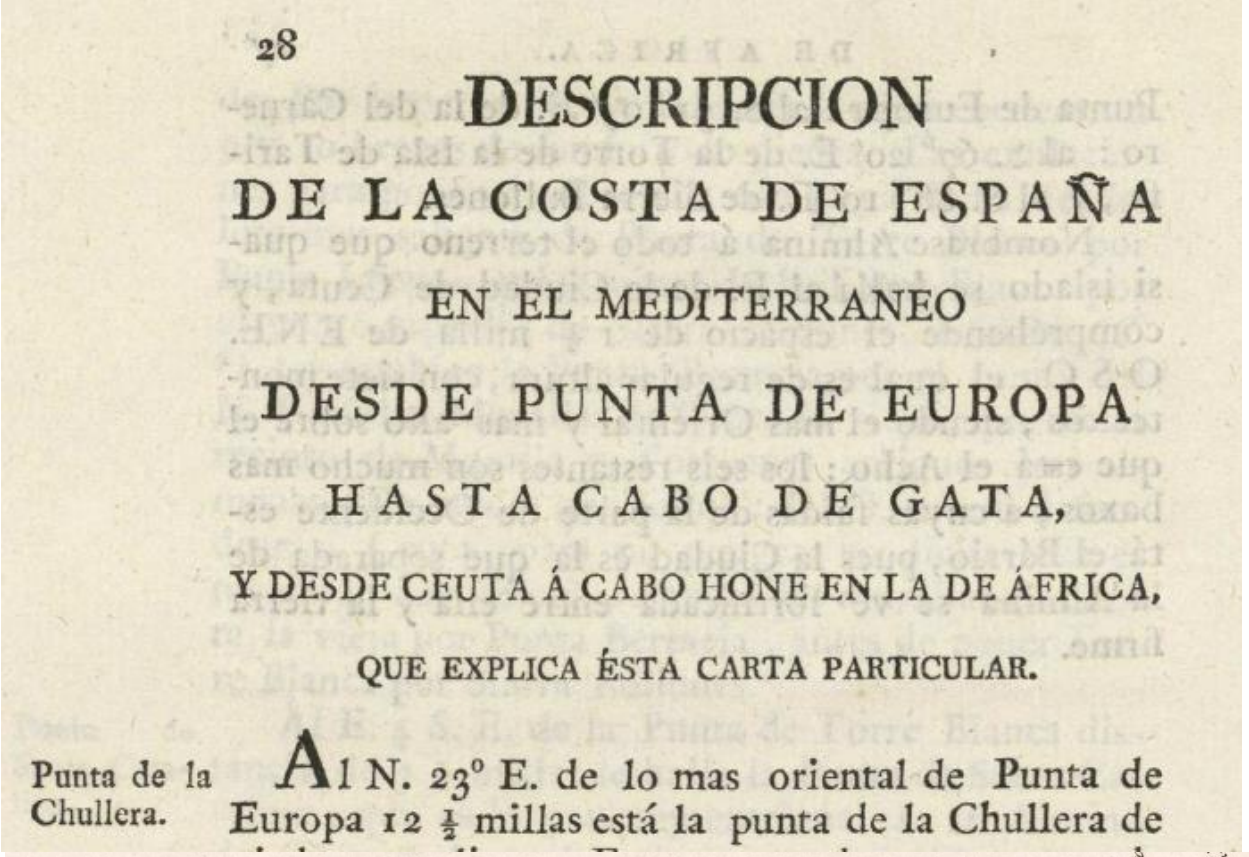
(LAS QUE INTENTAN ATRAPAR A TETIS CON REDES)

El modus operandi seguiría las pautas marcadas en Francia, y así se haría saber después en la Memoria que daba cuenta de los trabajos de campo: «Atendidos todos los métodos puestos en práctica por los Cuerpos y Navegantes de más nombre en semejantes expediciones, se convino desde luego en que el mejor para asegurar su éxito era combinar en lo posible las operaciones terrestres con las marítimas, y que levantando nuestras orillas con una serie de triángulos continuados, desde el primero, cuya base se midiese con exactitud, la consiguiesen todas ellas, que es el mismo orden que los célebres Picard y la Hire siguieron en su Carta de Francia: que además se establecería el Observatorio en todos los puntos principales, para que observando con seguridad los eclipses de Satélites que se presentasen, tuviese toda la mayor posible la longitud de los lugares que quedasen establecidos, empleando solo en las Costas que no fuesen accesibles los nuevos métodos de trabajar en la mar, desde la que siempre se debían hacer las sondas y diseñar las vistas en diferentes puntos de horizonte». Las observaciones se

realizaron entre los años 1783 y 1787, de acuerdo A esta secuencia: el levantamiento de las costas del Mediterráneo les ocupó los veranos de 1783, 1784 y 1785; el verano de 1786 se empleó en el levantamiento de las costas de Portugal y Galicia; el de 1787 en el de la costa cantábrica y el de 1788 en la campaña de las islas Azores. En el mes de mayo de 1787 ya se publicó la Memoria en que se daba cuenta del trabajo realizado, junto a un Atlas con las dieciséis cartas relativas a cada uno de los Derroteros; el título elegido fue el siguiente: DERROTERO DE LAS COSTAS DE ESPAÑA EN EL MEDITERRÁNEO, Y SU CORRESPONDIENTE DE AFRICA PARA INTELIGENCIA Y USO DE LAS CARTAS ESFÉRICAS PRESENTADAS AL REY NUESTRO SEÑOR POR EL EXC.MO SR. BAYLIO FR. DON ANTONIO VALDÉS … Y CONSTRUIDAS DE ORDEN DE S. M. POR EL BRIGADIER DE LA REAL ARMADA DON VICENTE TOFIÑO DE SAN MIGUEL. La Memoria fue dedicada al Rey Carlos IV, manifestándose Tofiño en estos términos: «…La mayor gloria que pueden traer a V.M. es que imiten su ejemplo las demás Potencias, y dándolas semejantes de las suyas, tenga el Género humano este esencial auxilio en sus navegaciones…». La Memoria reprodujo el Dictamen de la Junta de Generales sobe la conveniencia de publicarla, el cual fue firmado en Madrid el 9 de enero de 1786. La extensa introducción de la repetida memoria es interesante y bien documentada, recogiendo en su



DERROTERO
DE LAS COSTAS DE ESPAÑA
EN EL MEDITERRANEO,
Y SU CORRESPONDIENTE DE AFRICA
PARA INTELIGENCIA Y USO
DE LAS CARTAS ESFÉRICAS
PRESENTADAS AL REY NUESTRO SEÑOR
POR EL EXC.MO SR. BAYLIO
FR. DON ANTONIO VALDÉS
Gefe de Esquadra y Secretario de Estado, y del Despacho Universal de Marina.
Y CONSTRUIDAS DE ORDEN DE S. M.
POR EL BRIGADIER DE LA REAL ARMADA
DON VICENTE TOFIÑO DE SAN MIGUEL,
Director de las Compañías de Guardias Marinas, de la Real Academia de la Historia, correspondiente de la de Ciencias de Paris, Sócio Literato de la Sociedad Bascongada, y de mérito de la de los Amigos del Pais de Palma.
DE ORDEN SUPERIOR.
MADRID. En la Imprenta de la viuda de Ibarra, Hijos y Compañía.
AÑO MDCCLXXXVII.



28

DESCRIPCION
DE LA COSTA DE ESPAÑA
EN EL MEDITERRANEO
DESDE PUNTA DE EUROPA
HASTA CABO DE GATA,
Y DESDE CEUTA Á CABO HONE EN LA DE ÁFRICA,
QUE EXPLICA ÉSTA CARTA PARTICULAR.

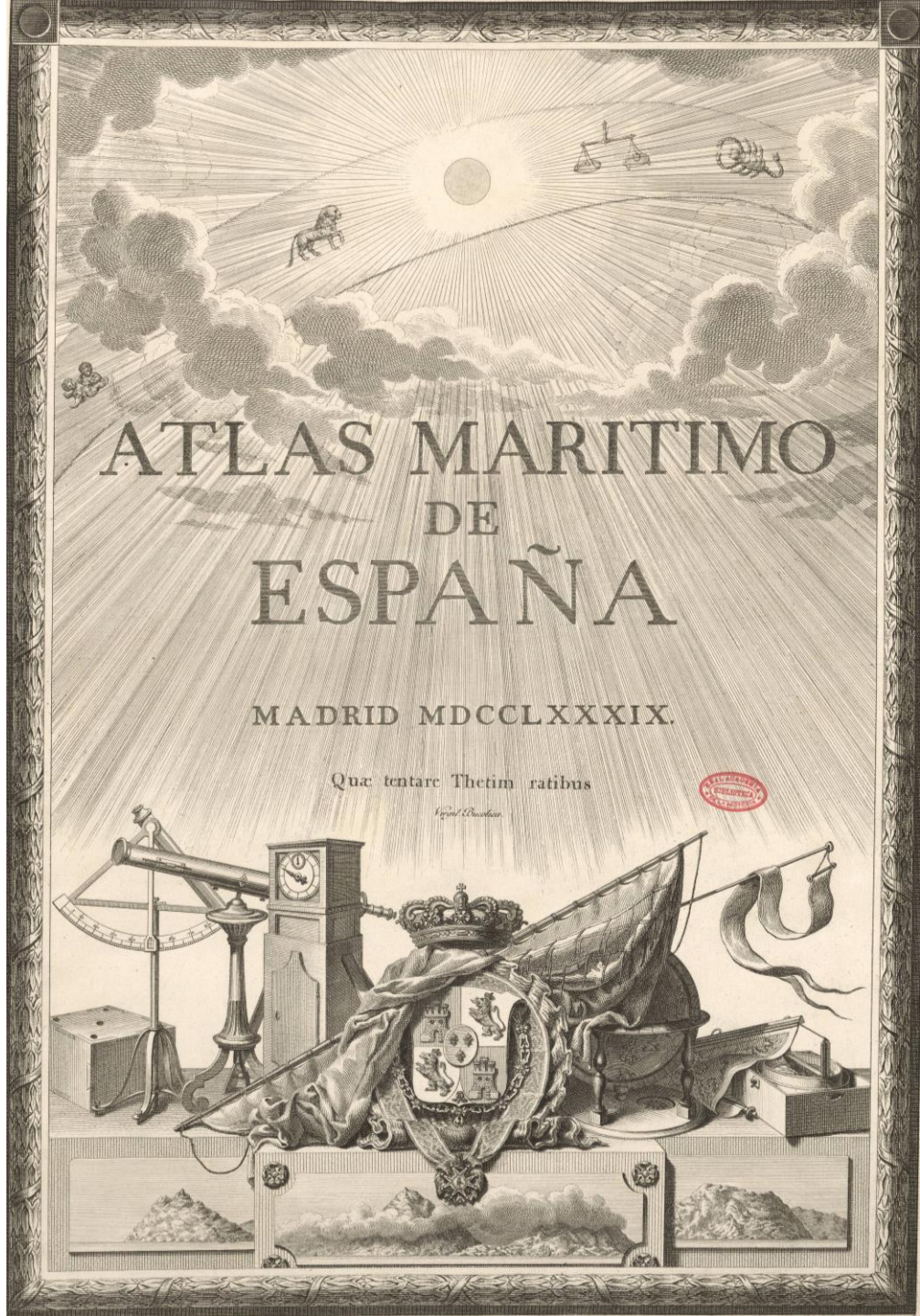
Punta de la Chullera.

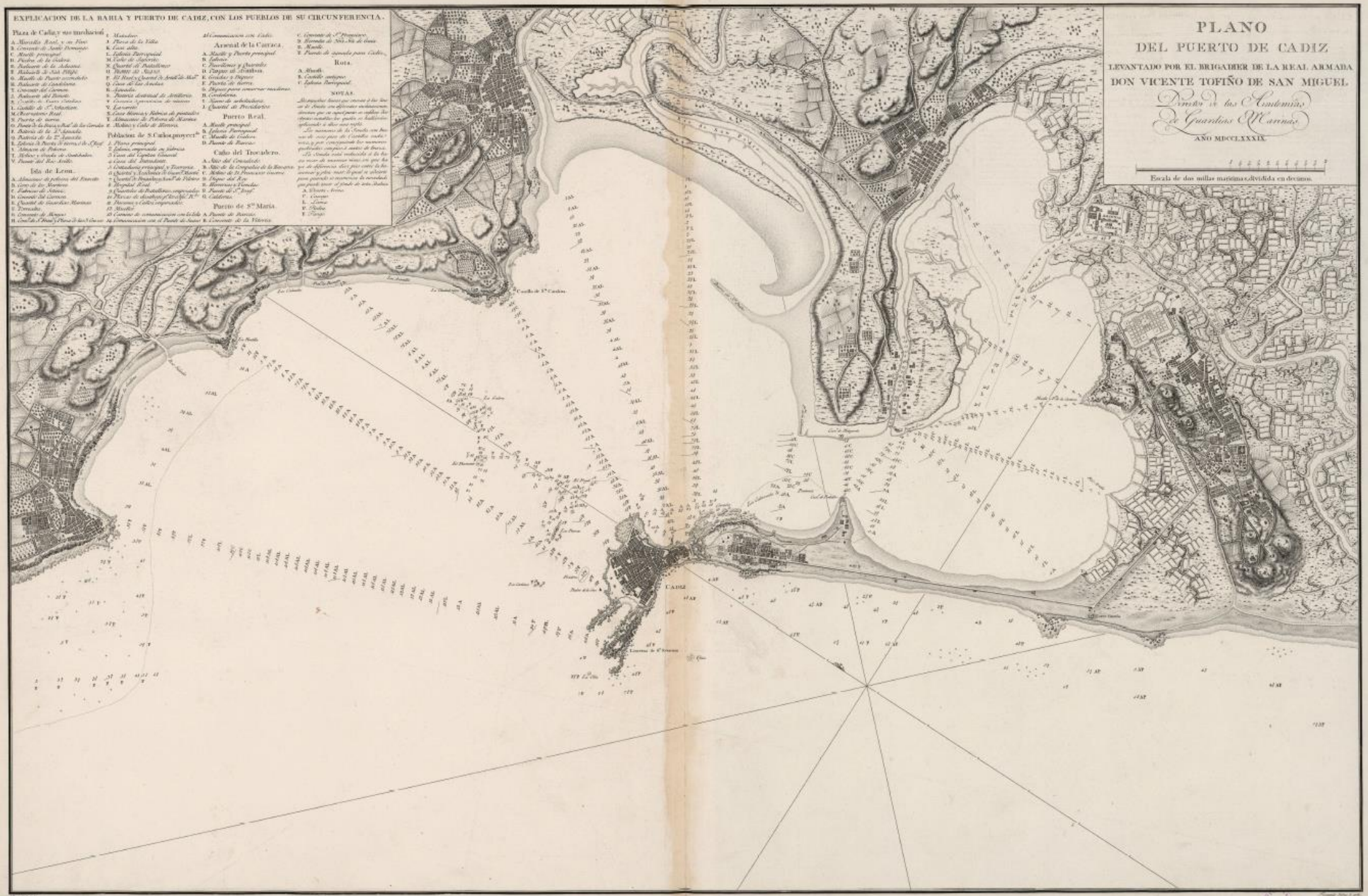
Al N. 23° E. de lo mas oriental de Punta de Europa 12 ½ millas está la punta de la Chullera de

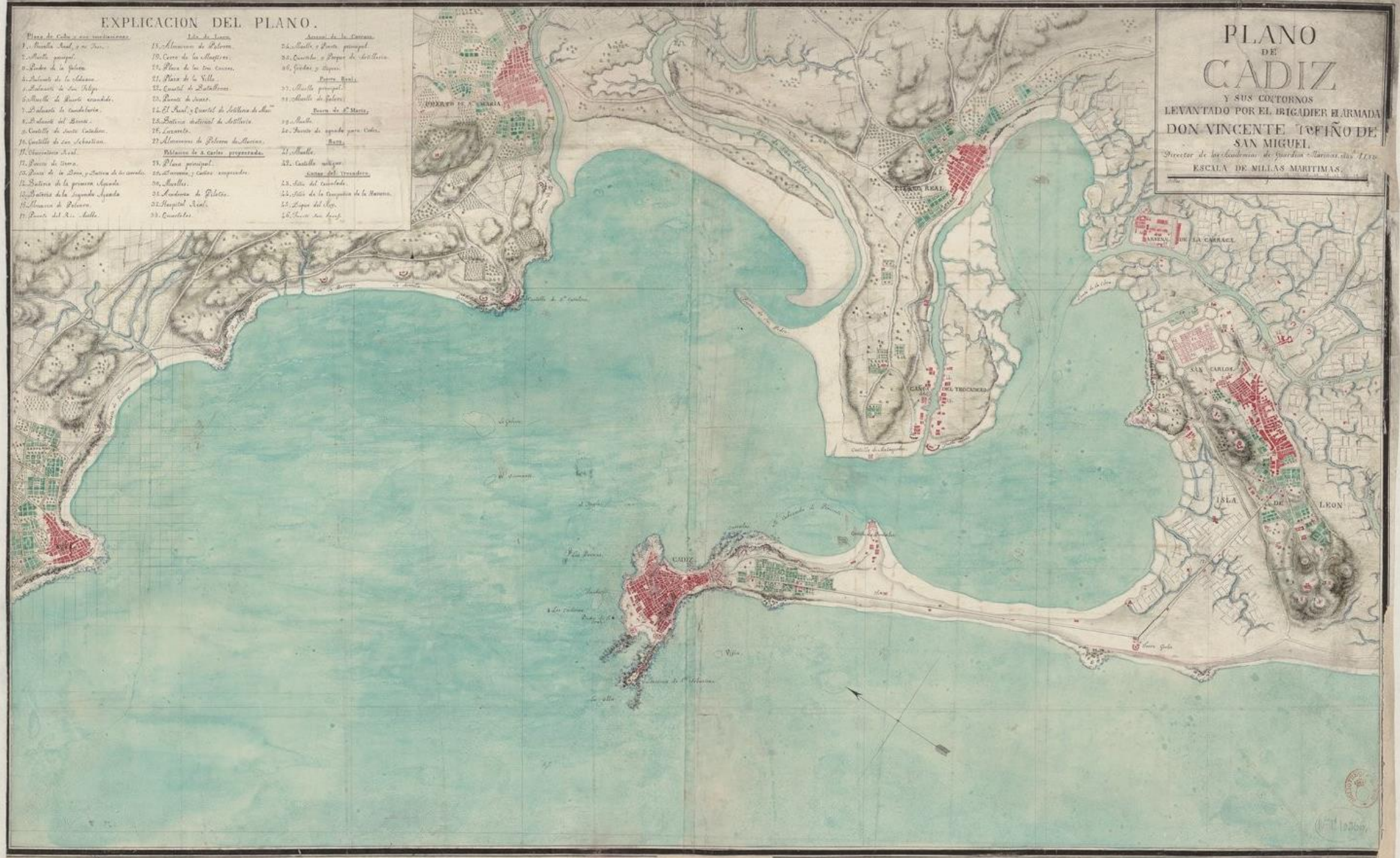
primera parte los descubrimientos que fueron jalonando la historia de la geografía astronómica; el contenido de la segunda parte lo refleja su título: *Métodos con que se han trazado las Cartas de esta colección*, detallando el programa diario de las observaciones diarias. El índice de las páginas en donde comenzaba el derrotero de cada carta, figura a continuación: El de la del Estrecho (1); El del Plano de Algeciras y Gibraltar (12), El de la Costa de África en el Estrecho (22); El de la Carta desde Punta de Europa a Cabo de Gata (28); El de la Costa de África desde la Almina de Ceuta hasta Cabo Hone (55); El de la Carta desde Cabo de Gata al de Oropesa (64); El de la entrada en el Puerto de Cartagena (79); El de la Carta desde Cabo Oropesa al de Creus (112); El de la Costa de África desde Cabo Hone hasta Bugía (145); El de la Carta de la Isla de Ibiza (156); El de la Isla de Formentera (172); El de los Freos entre estas dos Islas(179); El de la entrada en el Puerto de Ibiza (181); El de la Carta de la Isla de Mallorca (183); El de la Isla de Cabrera (206) y El de la carta de la Isla de Menorca (211).

Detalle del litoral malagueño en la Carta de Vicente Tofiño de San Miguel

Luisa Martín Merás indicó también que en el año 1789 se publicó «El Derrotero de las costas de España en el Océano Atlántico y de las islas Azores o Terceras para inteligencia y uso de las cartas esféricas y un atlas de treinta cartas con una portada alegórica, dibujada por Rafael Mengs, hijo del célebre pintor de cámara de Carlos III y grabada por Manuel Salvador Carmona. Llevaba por título Atlas Marítimo de España y tuvo un éxito inmediato en toda Europa, como lo demuestran las numerosas ediciones que se hicieron en Francia e Inglaterra… El mismo año de 1789 apareció una segunda edición en la que se refundieron en un solo volumen los dos anteriores con la portada de Mengs y dos cartas nuevas: el Plano de Cartagena, 1788, grabado por F. Selma, y Vistas de las costas de África en el Océano desde cabo Espartel hasta la península de Gorea en cabo Verde (s. f.)». En esta ocasión no se mantuvo en la exposición de las Cartas el orden cronológico seguido en su levantamiento, optando Tofiño por presentar en primer lugar las Cartas generales, a partir de las cantábricas, seguidas por todas las demás, en sentido retrógrado, hasta alcanzar las costas africanas y las e las Islas Baleares; el colofón del Atlas fue la colección de planos de puertos y vistas, de entre todas las representaciones de este grupo, cabe destacar la que preparó de su ciudad natal (*Plano del Puerto de Cádiz*, 1789). En ese mismo año confeccionó otro a todo color, titulado Plano de Cádiz y




EXPLICACION DE LA BAHIA Y PUERTO DE CADIZ, CON LOS PUEBLOS DE SU CIRCUNFERENCIA.
Plaza de Cadiz y sus inmediaciones.
Arsenal de la Carraca.
Puerto Real.
Caño del Trocadero.
Puerto de Sta María.
Rota.
NOTAS.
PLANO
DEL PUERTO DE CADIZ
LEVANTADO POR EL BRIGADIER DE LA REAL ARMADA
DON VICENTE TOFIÑO DE SAN MIGUEL
Director de las Academias de Guardias Marinas
AÑO MDCCLXXXIX.
Escala de dos millas marítimas divididas en decimos.
CADIZ


PLANO
DE
CADIZ
Y SUS CONTORNOS
LEVANTADO POR EL BRIGADIER DE ARMADA
DON VINCENTE TOFIÑO DE
SAN MIGUEL
Director de las Academias de Guardias Marinas, año 1810
ESCALA DE MILLAS MARITIMAS.
EXPLICACION DEL PLANO.
Plaza de Cadiz y sus inmediaciones.
1. Muralla Real, y su Tren.
2. Muelle principal.
3. Piedra de la Galera.
4. Baluarte de la Aduana.
5. Baluarte de San Felipe.
6. Muelle de Puerto escondido.
7. Baluarte de Candelaria.
8. Baluarte del Bonete.
9. Castillo de Santa Catalina.
10. Castillo de San Sebastian.
11. Observatorio Real.
12. Puerto de tierra.
13. Plaza de la Boca, y Batería de los corrales.
14. Batería de la primera Aguada.
15. Batería de la segunda Aguada.
16. Almacen de Polvora.
17. Puente del Rio Aiello.
Isla de Leon.
18. Almacenes de Polvora.
19. Cerro de los Maestros.
20. Plaza de las tres Cruces.
21. Plaza de la Villa.
22. Quartel de Batallones.
23. Puente de Suazo.
24. El Real, y Quartel de Artilleria de Mar.
25. Batería destinal de Artilleria.
26. Lazareto.
27. Almacenes de Polvora de Marina.
Poblacion de S. Carlos proyectada.
28. Plaza principal.
29. Barracas, y Cañas empezadas.
30. Muelles.
31. Academia de Pilotos.
32. Hospital Real.
33. Quartales.
Arsenal de la Carraca.
34. Muelle, y Puerto principal.
35. Quartales, y Parque de Artilleria.
36. Gradas y Diques.
Puerto Real.
37. Muelle principal.
38. Muelle de Galeras.
Puerto de S.ta Maria.
39. Muelle.
40. Puerto de aguada para Cadiz.
Rota.
41. Muelle.
42. Castillo antiguo.
Cañas del Trocadero.
43. Sitio del Consulado.
44. Sitio de la Compañia de la Havana.
45. Dique del Rey.
46. Puerto San Jacob.
PUERTO DE S.TA MARIA
PUERTO REAL
CAÑO DEL TROCADERO
ARSENAL DE LA CARRACA
SAN CARLOS
ISLA DE LEON
CADIZ

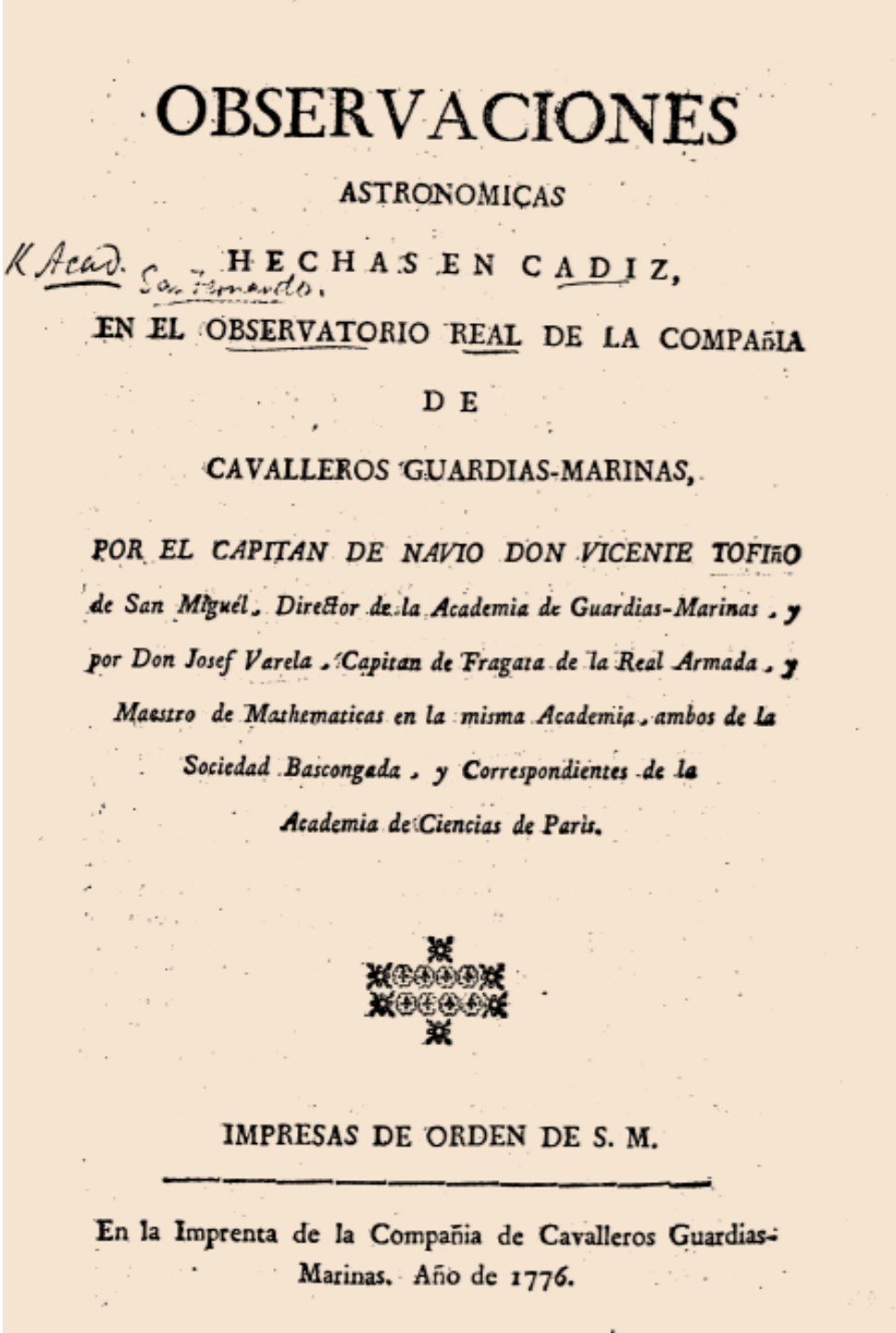
DETALLE DEL PLANO DE CÁDIZ Y SUS CONTORNOS, LEVANTADO POR EL BRIGADIER DE LA ARMADA DON VICENTE TOFIÑO DE SAN MIGUEL (1789)

Se ha rodeado con una circunferencia el número 11, que indica la posición del Observatorio Real

sus contornos; ambos incluyeron una escala gráfica de dos millas náuticas, con un pitipié dividido en décimos, así como la primitiva posición ocupada por el Observatorio Real.

El Atlas Marítimo de España de Vicente Tofiño de San Miguel representa una obra cumbre de la cartografía científica española. Su sólido apoyo geométrico y astronómico, unido a un enfoque claramente ilustrado, lo convierten en un hito hidrográfico que marcó el tránsito hacia una cartografía moderna y técnica, imprescindible para la navegación y la estrategia marítima del siglo XVIII. Así lo corroboran el hecho de que se usaran en los trabajos de campo los mejores instrumentos matemáticos de su tiempo, el rigor con que se determinaron las coordenadas geográficas de lugares destacados (latitud, por alturas meridianas del Sol y longitud mediante las distancias lunares), la simplificación introducida por haber empleado para la representación cartográfica la proyección cilíndrica de Mercator, en la que las imágenes de las loxodrómicas son rectas.

Tanto Tofiño, como su colaborador Varela, ya habían demostrado su competencia astronómica, años antes de que se iniciasen las campañas de campo que se acaban de comentar, buena prueba de ello fue la publicación de las observaciones astronómicas realizadas por ambos en el Observatorio Real de la Compañía de Caballeros Guardia Marinos. Dicha publicación fue refrendada por la Academia de Ciencias de París, según constó en la certificación, incluida en la obra, firmada por el Secretario Perpetuo de la misma, el astrónomo Jean Paul Grandjean de Fouchy, el 24 de enero de 1775 en París. En ella se resumía el trabajo efectuado por los marinos: «Las observaciones van precedidas de una introducción en que los dos astrónomos dan una idea justa y sucinta del Observatorio de Cádiz, de los instrumentos de que está dotado, de los métodos que han seguido para cerciorarse de su exactitud, y de las precauciones de que se han valido en su empleo. Siguen luego las observaciones. Es grande su número . Son inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter, tránsitos del Sol, de la Luna, de los planetas y de las estrellas en un cuadrante mural de 6 pies de radio, las alturas meridianas un eclipse de Luna , la desaparición del anillo de Saturno bien circunstanciada, la oposición de Júpiter al Sol, una ocultación de Aldebarán por la Luna, varios apulsos de la Luna y de los planetas a las estrellas fijas, la declinación de la aguja etc.». Acto seguido se reconoció la fiabilidad y utilidad de las observaciones, exhortando a los



OBSERVACIONES

ASTRONOMICAS

K Acad. San Fernando.

HECHAS EN CADIZ,

EN EL OBSERVATORIO REAL DE LA COMPAÑIA

DE

CAVALLEROS GUARDIAS-MARINAS,

POR EL CAPITAN DE NAVIO DON VICENTE TOFIÑO

de San Miguel, Director de la Academia de Guardias-Marinas, y

por Don Josef Varela, Capitan de Fragata de la Real Armada, y

Maestro de Mathematicas en la misma Academia, ambos de la

Sociedad Bascongada, y Correspondientes de la

Academia de Ciencias de Paris.

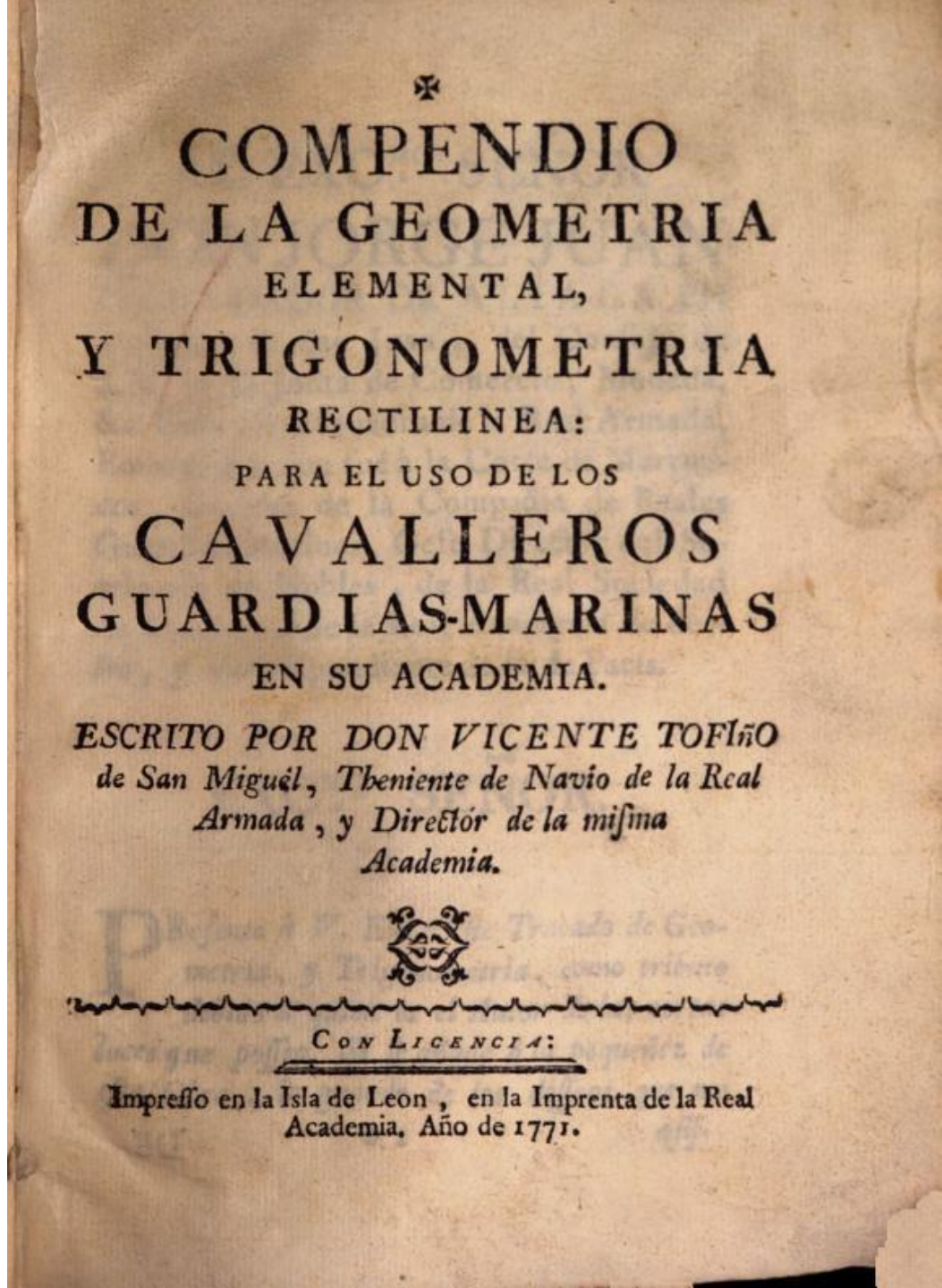
IMPRESAS DE ORDEN DE S. M.

En la Imprenta de la Compañia de Cavalleros Guardias-Marinas. Año de 1776.

dos españoles a que continuasen con ellas y a «comunicarlas al Púbico por medio de la imprenta». La obra fue dedicada al rey, agradeciéndole el que hubiese aprobado su publicación: «V. M. en quien es tan conocido el gusto, y amor à las ciencias se ha dignado mandar que se impriman estas observaciones a expensas de su real erario, circunstancia, que nos anima a publicarlas a la sombra del augusto nombre de V. M. y a trabajar con empeño en aquellas materias que puedan contribuir al progreso de la Geografía, y Navegación. Felices nosotros, si pudiéremos de este modo ser de alguna utilidad a la Nación y al Estado». En la introducción de la obra figura la siguiente descripción del Observatorio astronómico de Cádiz: «La pieza destinada para las observaciones astronómicas es una sala que tiene 11 varas en cuadro , y está formada sobre la espesa y fuerte bóveda de un torreón antiguo, cuya construcción y figura dan bastantes señas de ser obra de los Romanos, La anchura de sus muros, y firmeza de sus cimientos hacen este edificio uno de los más sólidos de Cádiz, y por consiguiente muy a propósito para el destino que se le dio por orden del Señor Don Fernando el VI, comunicada a este Departamento por el Excmo. Señor Marqués de la Ensenada, Secretario de Estado, y del despacho universal de Marina, Indias, &c. Los cuatro ángulos del Observatorio se dirigen a los cuatro puntos cardinales y por la parte del Sur se descubre el horizonte del mar, que está regularmente limpio y claro, por la bondad del clima y bella situación de Cádiz». También cantaron las excelencias del cuadrante mural de seis pies de radio, recientemente construido por John Bird, adquirido en Londres, siguiendo el ejemplo de observatorios tan señalados como los de Greenwich, San Petersburgo, París y Göttingen. Las primeras observaciones con dicho cuadrante se efectuaron el día 26 de agosto de 1773, obteniendo la distancia cenital de Sirio (52° 55´30´´) a las 8^{h} 10^{m} 42^{s} de la mañana. En la obra se recogen todas las observaciones efectuadas durante los años 1773, 1774 y 1775.

Cuadrante mural
de John Bird.

Aunque las contribuciones científicas más señaladas de Vicente Tofiño sean las referidas hasta ahora, que podrían encuadrarse en la matemática aplicada, no conviene olvidar otra exclusivamente teórica y previa a las anteriores. Se trata de la impresa en Cádiz, en el año 1771, con el título de *Compendio de la Geometría Elemental y Trigonometría rectilínea*, que escribió como obra de consulta para sus alumnos de la Academia de Guardia marinas; el cual sería reimpreso en años sucesivos (1788, 1794 y 1799). La obra fue dividida en dos libros, incluyendo en el segundo las lecciones de trigonometría, y contó con dos tablas de logaritmos: una de los senos, tangentes y secantes (para el primer cuadrante) y otra para los números naturales (del 1 al 5000). Al incuestionable valor didáctico de la misma, ha de añadirse otro histórico, poco divulgado, y es la inclusión en ella de los nombres de Jorge Juan y Antonio de Ulloa; los dos marinos que tan activamente participaron en la medida del grado ecuatorial. La de Jorge Juan es indirecta, en tanto que Tofiño le dedicó su trabajo, con muestras de sincero respeto y agradecimiento: «Presento a V. Exc.ª este Tratado de Geometría, y Trigonometría, como tributo debido a quien es el Autor de las cortes luces que poseo. Si se añade a la pequeñez de esta obra, lo grande de los deseos que me asisten, de qué siendo útil a la enseñanza, se verifiquen las intenciones de



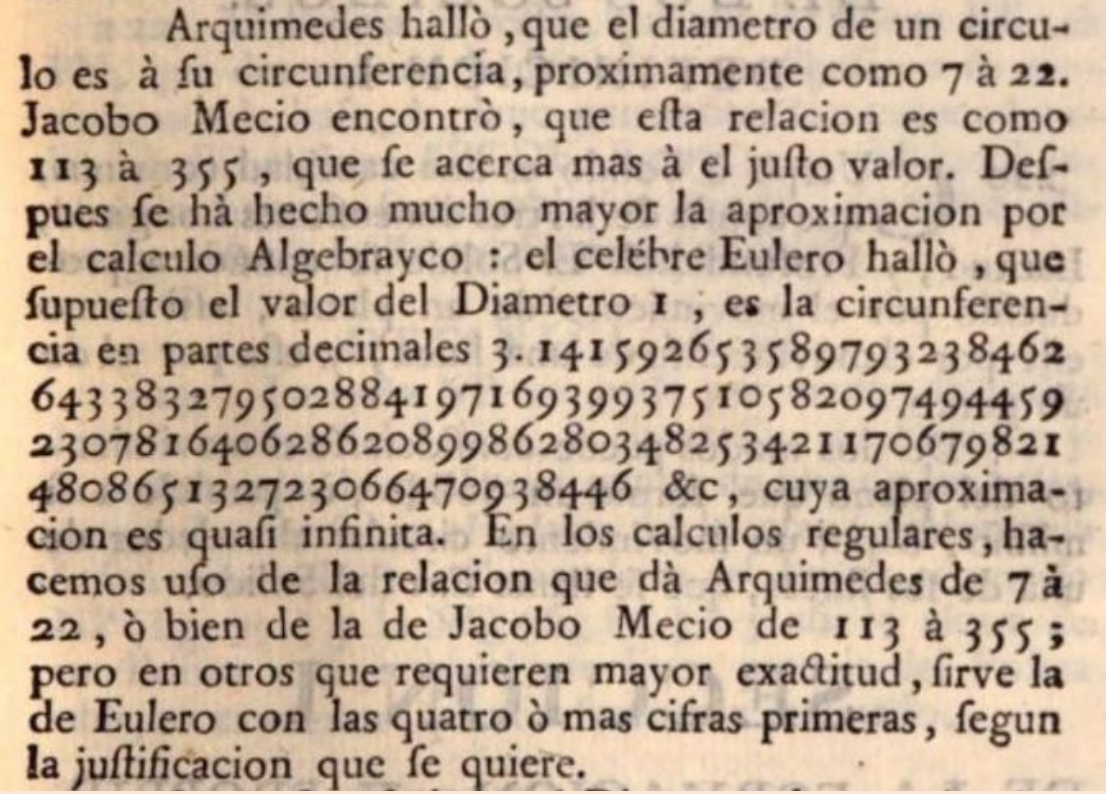
✠

COMPENDIO
DE LA GEOMETRIA
ELEMENTAL,
Y TRIGONOMETRIA
RECTILINEA:
PARA EL USO DE LOS
CAVALLEROS
GUARDIAS-MARINAS
EN SU ACADEMIA.

ESCRITO POR DON VICENTE TOFIñO de San Miguél, Theniente de Navio de la Real Armada, y Directór de la misma Academia.

CON LICENCIA:

Impreſſo en la Isla de Leon, en la Imprenta de la Real Academia. Año de 1771.



Arquimedes hallò, que el diametro de un circulo es à ſu circunferencia, proximamente como 7 à 22. Jacobo Mecio encontrò, que eſta relacion es como 113 à 355, que ſe acerca mas à el juſto valor. Deſpues ſe hà hecho mucho mayor la aproximacion por el calculo Algebrayco: el celébre Eulero hallò, que ſupueſto el valor del Diametro 1, es la circunferencia en partes decimales 3.14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781640628620899862803482534211706798214808651327230664709384 46 &c, cuya aproximacion es quaſi infinita. En los calculos regulares, hacemos uſo de la relacion que dà Arquimedes de 7 à 22, ò bien de la de Jacobo Mecio de 113 à 355; pero en otros que requieren mayor exactitud, ſirve la de Eulero con las quatro ò mas cifras primeras, ſegun la juſtificacion que ſe quiere.

Referencia al valor del número π, con más de cien cifras decimales, en el *Compendio de la Geometría Elemental y Trigonometría rectilínea* de Vicente Tofiño.

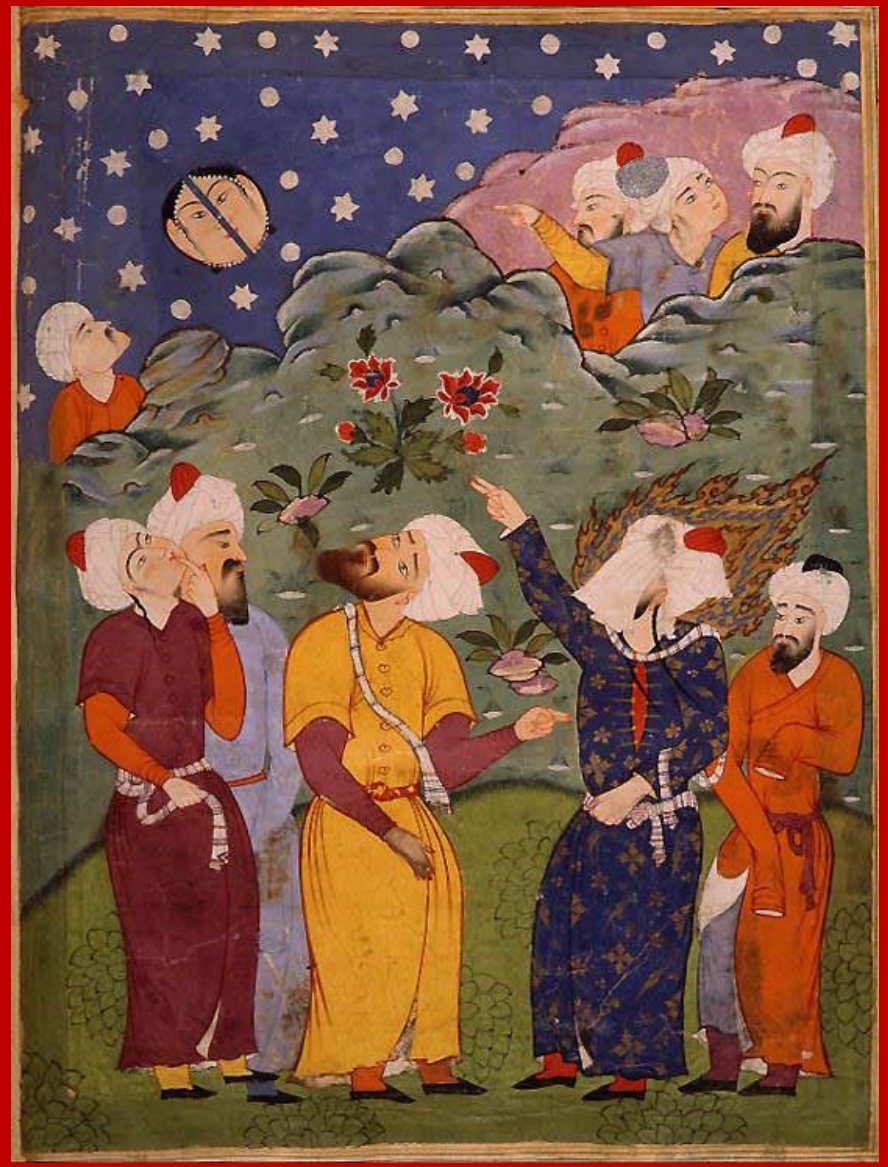
V. Excª en dar a los Individuos de esta Compañía, una instrucción correspondiente a la voluntad de nuestro Soberano: en tal caso merecerá ser aceptado de V. Excª este corto presente, que en la más sincera intención le hace el más obediente de sus Súbditos».

En cambio, la participación de a. Ulloa resultó decisiva, por haber sido él quien examinó el contenido de la obra y vio recomendable su publicación. El examen lo hizo a instancias de Nicolás Bucareli y Ursua, Teniente General de los Ejércitos y Gobernador de la Plaza de Cádiz (13 de junio de 1770). He aquí parte de los comentarios que plasmó Ulloa en su dictamen: «Este Compendio de Geometría elemental y Trigonometría plana, está sucinto, bien distribuido, …, por ello no solo será útil para la instrucción de los Caballeros Guardia Marinas, …, sino para cuantos deseen ilustrarse de la Geometría Elemental, y abrirse camino por su medio para pasar al conocimiento en las otras partes de la Matemática». Poco más adelante subrayó las buenas cualidades de Tofiño: «Su Pericia, y los deseos que le animan de hacer comunicables sus luces, pues con esa esperanza se ha esforzado a buscar modo de explicarlas, y de hacerlas transcendentes a los demás por unos medios tan suaves, que se perciben las dificultades al mismo tiempo que las vence el Entendimiento. Al tiempo que esta Obra Es puramente de instrucción en una Facultad utilísima para toda suerte de Personas estudiosas, no contiene cosa contra las regalías de S. M. y sus Reales Pragmáticas, ni que se roce con asunto de costumbres, por ser su objeto muy distante de ello. Isla de León y Julio 3 de 1770.

Abu Bakr ibn Tufayl (1105-1185)

Médico y astrónomo granadino librepensador, autor de la obra filosófica más original y profunda de la literatura arábigo-hispánica; que reveló los misterios de la sabiduría oriental*. Abu Bakr Ibn Tufayl, también conocido por los nombres de Abucháfar, Abubacer o Abentofail, nació en Guadix y practicó la medicina en Granada, entre los años 1130 y 1146, siendo además secretario de su gobernador. Su fama llegó al extremo de ser contratados sus servicios por el califa almohade Abu Yaqub Yusuf (1135-1184). En ese puesto continuó hasta que, siguiendo su recomendación, fue sustituido por su discípulo Averroes en el año 1182, una vez jubilado como médico de la corte. La obra más conocida de Tufayl : *Risala Hayy ibn Yaqzan*, es de claro contenido filosófico; de hecho, fue traducida al latín por Edward Poccocke , en el año 1671, con el título de *Philosophus Autodidactus*. Su existencia pasó desapercibida en España hasta que fue divulgada por Marcelino Menéndez Pelayo, tras

*Marcelino Menéndez Pelayo. Prólogo de *El filósofo autodidacto, de Abentofail*, traducción hecha por D. Francisco Pons Boigues. (Zaragoza 1900).



Mahoma señala la división de la Luna. Acuarela anónima del siglo XVI tomada de un libro persa de profecías. El profeta es la figura velada a la derecha.

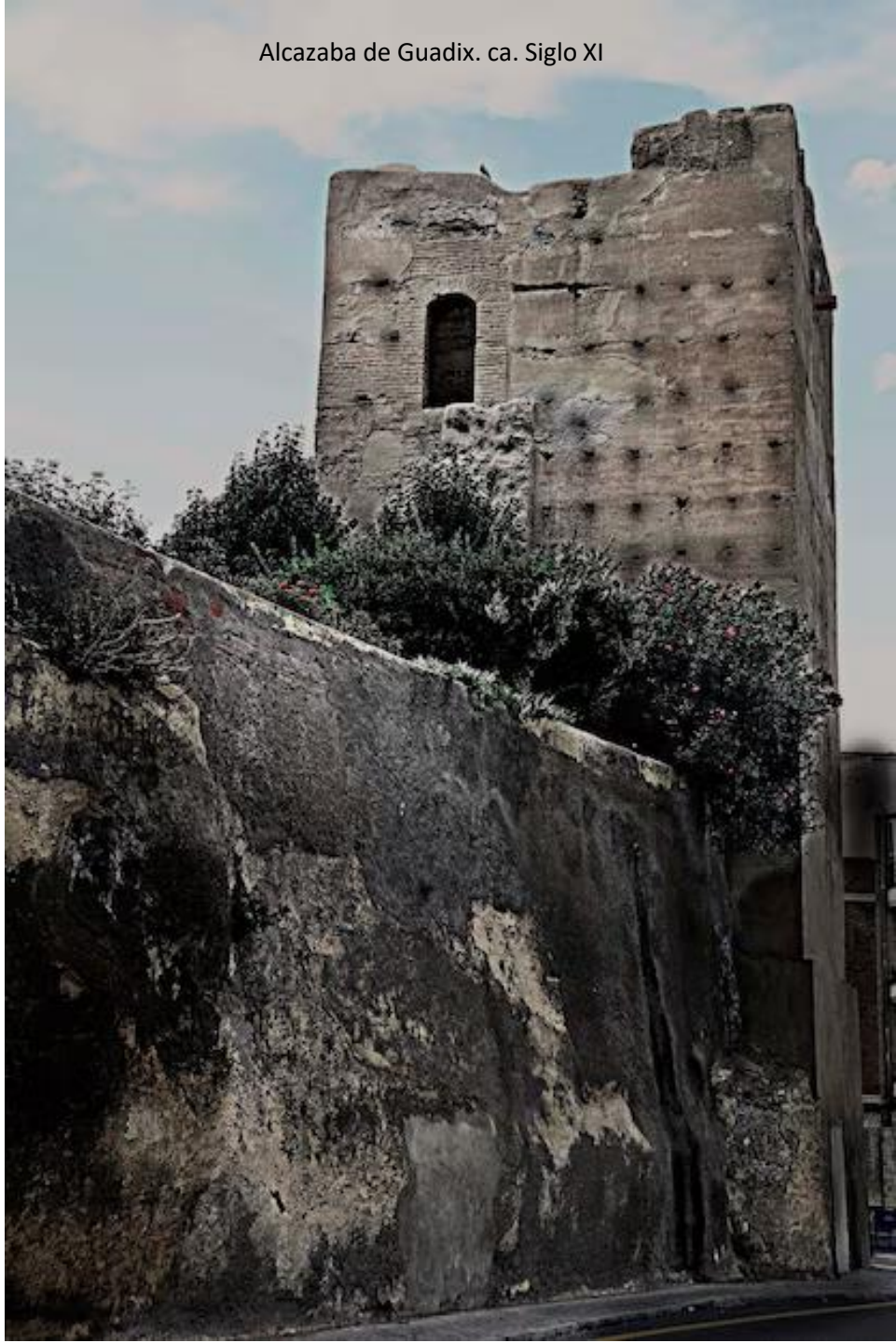
De un sabio se cuenta que lo vieron teniendo a su derecha el Alcorán y a su izquierda un astrolabio, y que, cuando le preguntaron el motivo que le impulsaba a tener ambas cosas junto a si, contestó: «En el Alcorán recito las palabras de Dios, y en el astrolabio reflexiono sobre la creación de Dios, porque la astronomía es una manera de adorarlo».

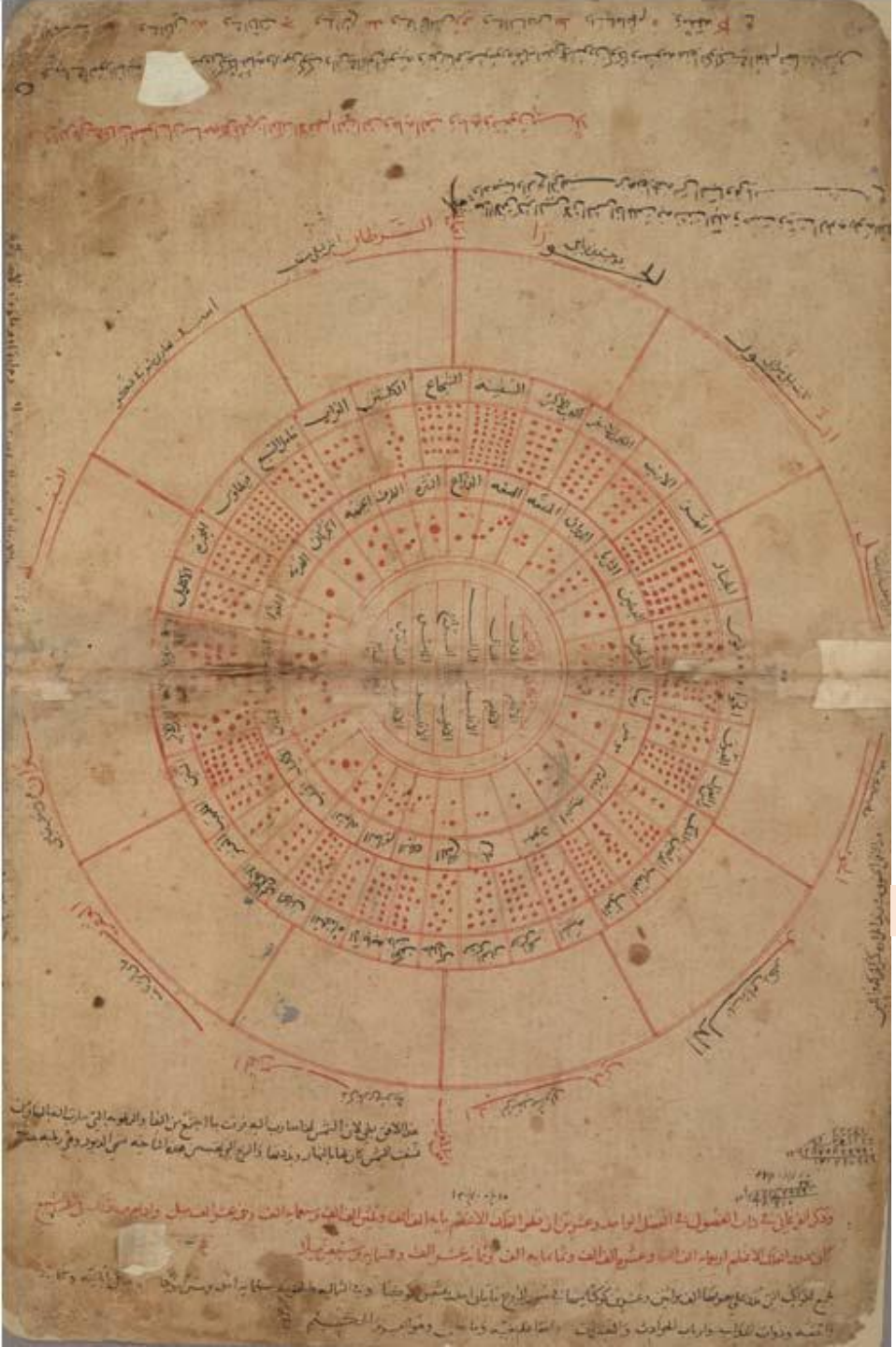
Memorias de Abd allah, el último rey zirí de Granada.

Imagen del firmamento en el Salón de Embajadores (Torre de Comares). Alhambra de Granada.

haberla estudiado en profundidad. Es muy posible que ibn Tufayl se apoyase en las teorías previas del persa Avicena, el mayor genio de la civilización musulmana, casi al mismo tiempo en que la obra de este era traducida al latín. Asimismo, pudieran haber ejercido cierta influencia las ideas neo aristotélicas del zaragozano Avempace, del que dijo no haberlo conocido personalmente, aunque si su obra.

Lamentablemente no se conservan sus trabajos sobre astronomía teórica, de los que solo se tienen referencias; las cuales se deben precisamente a dos de sus principales alumnos (Averroes y Alpetragio) y a otros sabios tan eminentes como Maimónides. Averroes escribió en su libro XIII (Comentario sobre la Metafísica) que su maestro «poseía sobre esa materia (la astronomía) excelentes teorías de las que se podría sacar buen provecho». Alpetragio fue mucho más explicito en su Teoría sobre los Planetas, señalando que Tufayl pensaba escribir sobre el particular. Allí aseguraba, al referirse a ibn Tufayl, que «había encontrado una nueva teoría sobre los planetas, que deducía sus movimientos de principios distintos de los de Tolomeo, que rechazaba toda excéntrica y todo epiciclo, con este sistema todos los movimientos celestes se verifican y no resultan de nada falso. Había prometido escribir sobre esto…». Más críticos resultan los comentarios que le dedicó el sabio judío: «he oído que Abu Bakr decía haber encontrado un


Alcazaba de Guadix. ca. Siglo XI



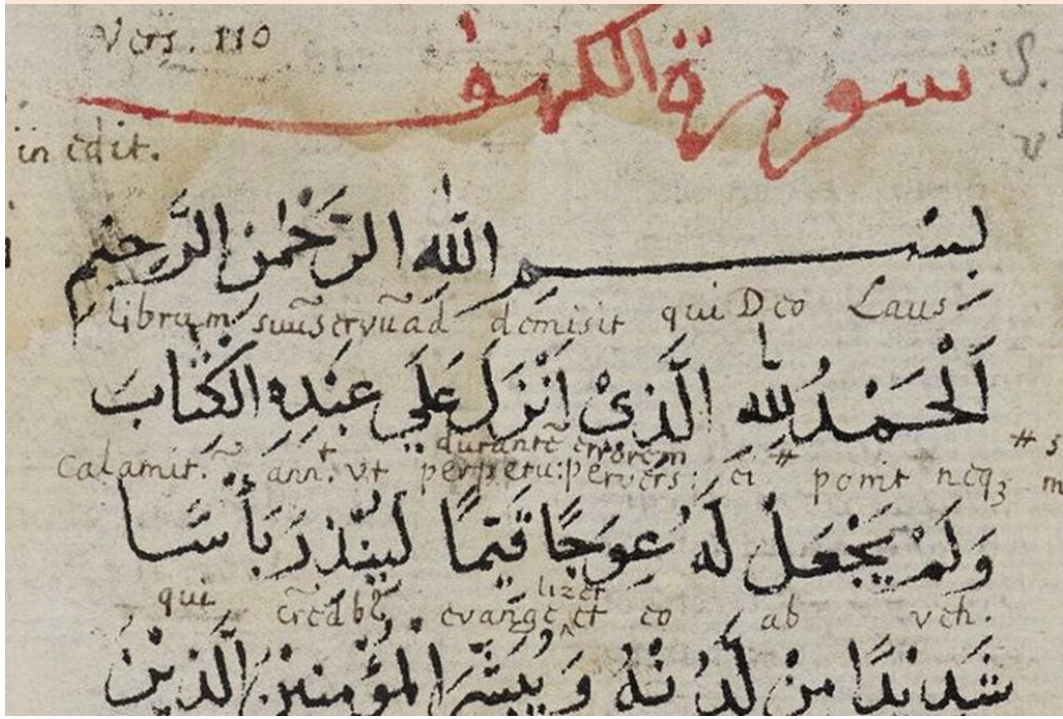
sistema astronómico, sin epiciclos, sino solamente con esferas excéntricas; sin embargo, no he oído esto a sus discípulos. Pero aún cuando lo hubiera conseguido, no habría ganado gran cosa, pues, en la hipótesis de la excéntrica, se separa igualmente de los principios planteados por Aristóteles y a los cuales no puede añadirse nada». Ibn Tufayl fue en definitiva unos de los primeros en rechazar la incuestionable validez del Almagesto. Para este astrónomo el Sol era esférico, al igual que la Tierra, pero mucho más grande. También analizó la posición relativa del Sol y de la Tierra, así como las zonas iluminadas en esta última, llegando a fijar el lugar de más calor, como aquel que tiene el Sol sobre su cenit. El pensamiento filosófico de Tufayl creó escuela e ilustró decisivamente a los eruditos europeos, a tenor de ello no es aventurado suponer que él sigue siendo el científico granadino de mayor influencia en el pensamiento occidental.

La visión cosmológica de los árabes en la Edad Media. Libro de las Curiosidades de las Ciencias. *Bodleian Library*. Oxford.

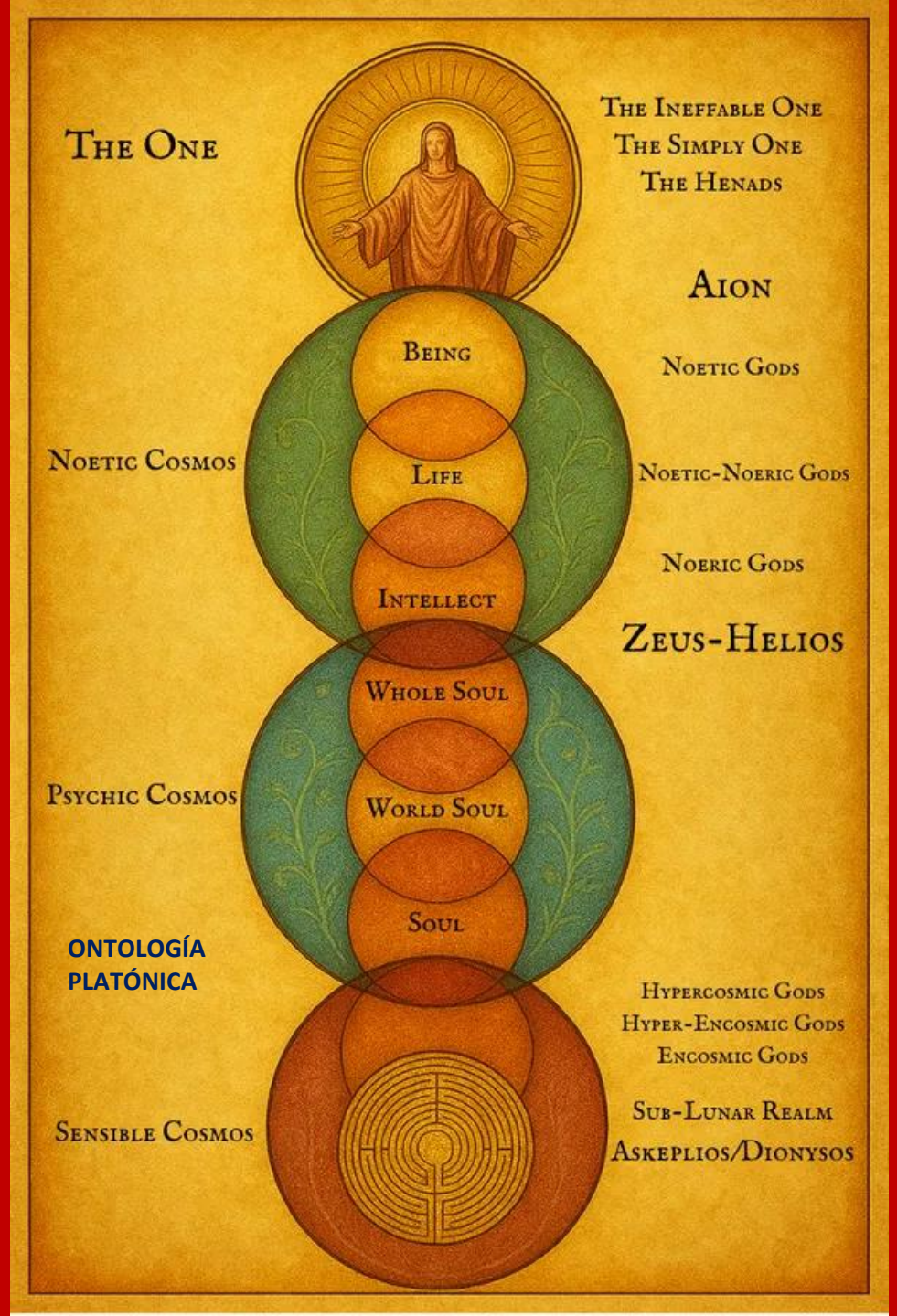
La visión cosmológica del mundo fue expuesta por Abentofail en la única obra que se conserva, la ya citada Risala Havy ibn Yaqzan, la cual ya fue tradcida al hebreo en 1349, por Moisés de Narbona, y posteriormente a muchos otros idiomas, hasta hacer de ella un *best-seller* en los siglos XVII y XVIII, anunciando en cierto modo la revolución científica y la ilustración. La narración de Tufayl trata de la vida de un

hombre criado en completa soledad en una isla desierta. Existen dos versiones sobre su origen: o bien nace por generación espontánea a partir de la naturaleza, o bien es abandonado en la isla siendo un niño. En ambos casos, Ḥayy crece sin contacto humano ni educación revelada. A través de la observación de la naturaleza, la experimentación y la reflexión racional, el protagonista va adquiriendo conocimiento progresivamente: primero sobre el mundo físico, luego sobre los seres vivos, el cosmos y, finalmente, sobre la existencia de un principio supremo que gobierna el universo. Su desarrollo intelectual culmina en una experiencia de contemplación mística, en la que alcanza la verdad última por medio del intelecto y la intuición. En la parte final de la obra, Ḥayy entra en contacto con otros seres humanos y descubre la religión revelada. Comprende entonces que los símbolos y ritos religiosos expresan, de forma accesible, las mismas verdades que él alcanzó racionalmente, aunque constata la dificultad de transmitir este conocimiento profundo a la mayoría de las personas. En resumen, *Ḥayy ibn Yaqẓān* es una reflexión sobre la capacidad del ser humano para alcanzar la verdad, la relación entre razón y revelación, y el lugar que ocupa el conocimiento filosófico y místico en la vida humana.

Fragmento de una copia manuscrita (segunda parte de la obra)



La obra de Tufayl refleja sin ambigüedad los conocimientos astronómicos y geográficos del autor, en diferentes pasajes de la misma, partiendo de una distinción fundamental para entender la astronomía medieval: la diferencia entre la astronomía matemática y la cosmología filosófica; evidenciándose su familiaridad con las esferas concéntricas de Tolomeo, los cielos incorruptibles de Aristóteles y la reinterpretación neoplatónica e islámica del



ONTOLOGÍA PLATÓNICA

ONTOLOGÍA NEOPLATÓNICA. PLONTINUS

Aristóteles enseñando astronomía, con un astrolabio

orden celeste como jerarquía ontológica, que había sido instaurada por el filósofo helenístico Plotino. Otra de las cuestiones que se analizan en el libro es la de la adquisición del conocimiento a partir de la observación del cielo: constatando los movimientos regulares de los astros, identificando los ciclos temporales (ortos/ocasos, estaciones) y percibiendo la constancia del orden celeste frente a la corrupción terrestre, coligiendo que en ese último punto abrazaba Tufayl la doctrina aristotélica. La influencia de Tolomeo también se dejó sentir, cuando se refirió a las dos natividades de Havy, asociándolas a una ascensión a través de las esferas planetarias, a la vez que contemplaba la esfera sublunar, la esfera de las fijas y el *primum mobile* (primer motor) o intelecto supremo. De su lectura se desprende que el autor interpretó la primera natividad como una alegoría metafórica del mundo sublunar, donde interactúan los cuatro elementos bajo la influencia de los movimientos celestes. En cambio, la segunda se ligaba a la creencia de que los

astros no son causas últimas, sino instrumentos de una causalidad superior: las luminarias actúan como causas secundarias, mientras que la causa primera trasciende el cielo. De acuerdo con la tradición ismailí, la astronomía tiene un valor simbólico y pedagógico: el sol simboliza el intelecto universal o el principio de la iluminación, la luna representa la mediación y la recepción de la luz, mientras que las estrellas fijas encarnan la estabilidad del orden divino. Puede concluirse, por tanto, que el protagonista, Havy ibn Yaqzan, utilizó el cielo como laboratorio epistemológico.

Ilustración de la primera versión inglesa de la obra de Tufayl, realizada por Simon Ockley, publicada en Londres (1708): *The Improvement of Human Reason, exhibited in the life of Hai Ebn Yokdhan.*

Con el fin de reproducir algunos de los comentarios cosmográficos de Tufayl en su relato, se ha recurrido a la traducción efectuada en el pasado siglo XIX por el arabista valenciano Francisco Pons Boigues, editada a título póstumo por la *Colección de Estudios Árabes* (Zaragoza 1900). La elección no ha sido casual, pues incorporó un extenso listado con los títulos de todos los apartados, en los que indirectamente estructuró el contenido del libro en cuestión. En primer lugar, se ha de subrayar el hecho de que Havy comenzase a interesarse por el mundo celeste a los 28 años, una vez que había rechazado el mundo sublunar: «Rechazó, pues, todo esto y se trasladó su mente á los cuerpos celestes, llegando con tales contemplaciones al fin del cuarto septenario de su edad, o sea, a los veintiocho años». Acto seguido, se centró en el estudio de los cuerpos

The Improvement of

HUMAN REASON,

Exhibited in the LIFE of

Hai Ebn Yokdhan:

Written in *Arabick* above 500 Years ago, by *Abu Jaafar Ebn Tophail.*

In which is demonstrated,

By what Methods one may, by the meer **Light of Nature**, attain the Knowledg of things **Natural** and **Supernatural**; more particularly the Knowledg of GOD, and the Affairs of another Life.

Illustrated with proper FIGURES.

Newly Translated from the Original *Arabick*, by *SIMON OCKLEY*, A. M. Vicar of *Swavesey* in *Cambridgshire.*

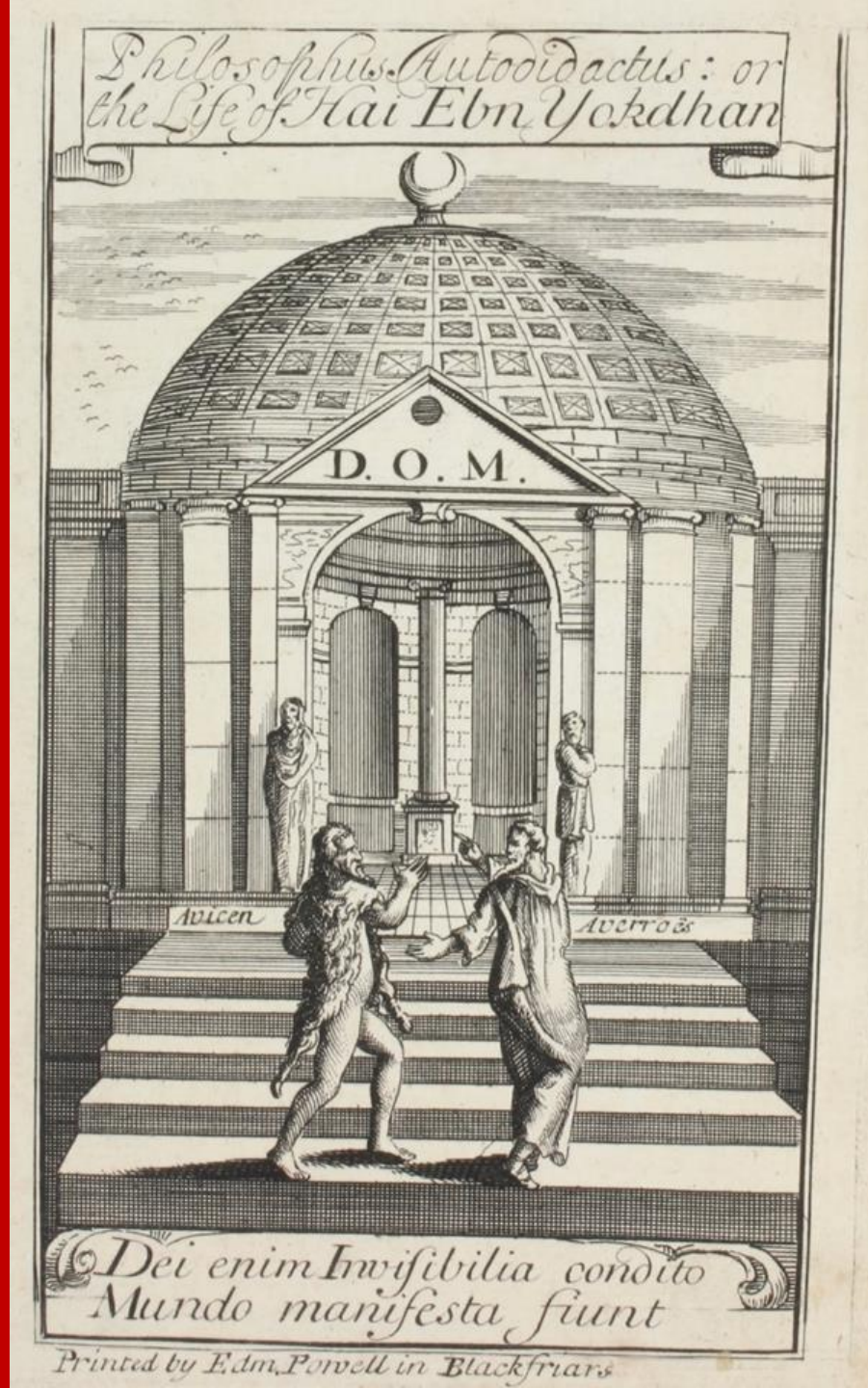
With an APPENDIX,

In which the Possibility of Man's attaining the True Knowledg of GOD, and Things necessary to Salvation, without **Instruction**, is briefly consider'd.

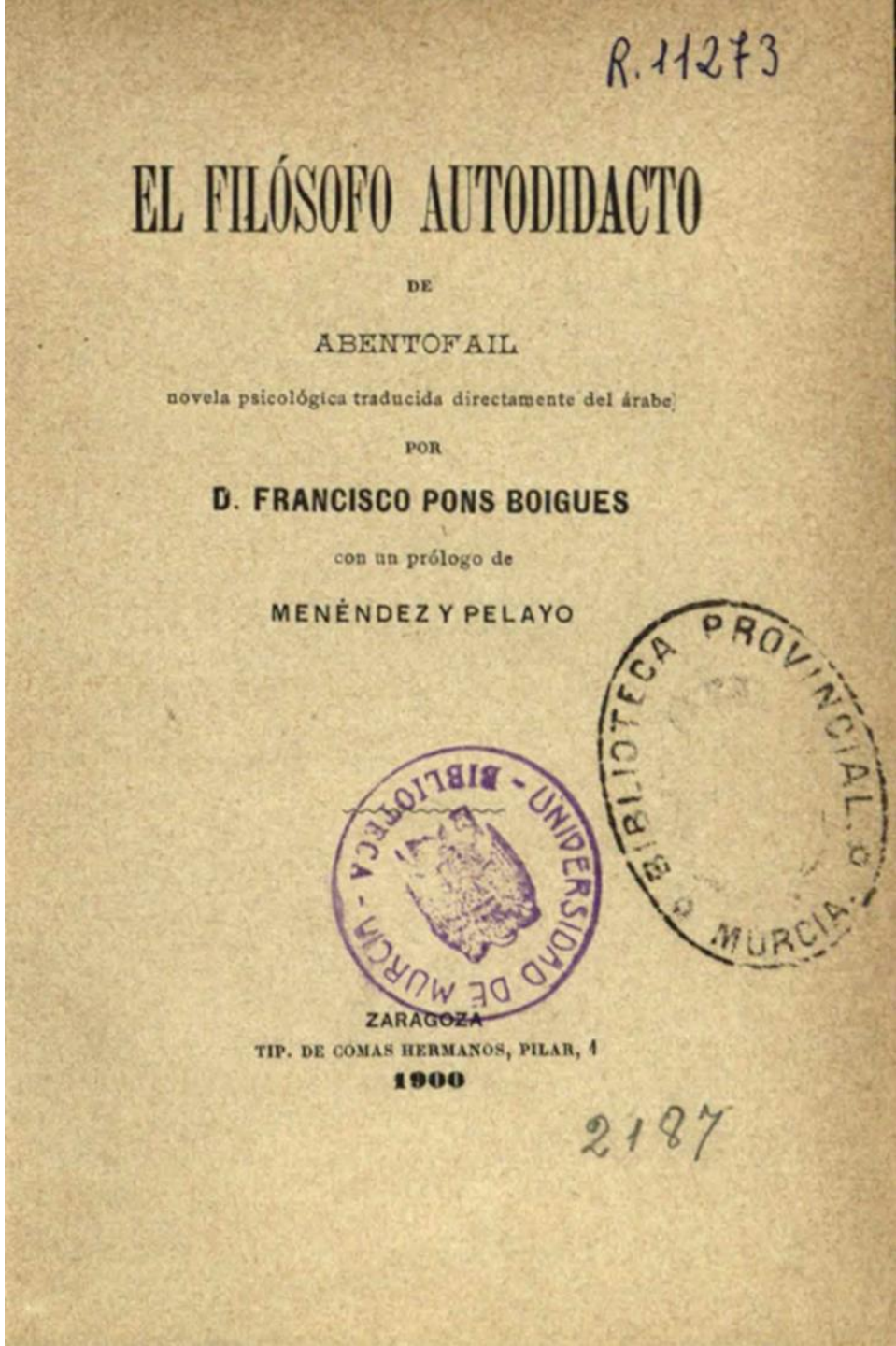
LONDON: Printed and Sold by *Edm. Powell* in *Black-friars*, and *J. Morphew* near *Stationers-hall.* 1708.

Portada y frontispicio de la primera traducción al inglés de la obra de Ibn Tufayl :

EL PERFECCIONAMIENTO DE LA RAZÓN HUMANA, MANIFESTADO EN LA VIDA DE HAYY IBN YAQZÁN



celestes, concluyendo que tanto ellos como todos los cuerpos son finitos en extensión: «Conoció, pues, que el cielo y todos los astros que en él existen son cuerpos, por cuanto se extienden según las tres dimensiones de longitud, latitud y profundidad,…Meditó luego si se extendían in infinitum … o si, por el contrario, tenían términos,…Surgió en su ánimo una cierta especie de estupor ante la importancia y dificultad de semejantes cuestiones. Por efecto del vigor de su perspicacia y de la penetración de su inteligencia, comprendió luego que el cuerpo infinito era un absurdo, una cosa imposible y una noción ininteligible». Entre las razones aducidas para robustecer su apreciación, Tufayl puso en boca de Havy las siguientes reflexiones: «En cuanto a este cuerpo celeste, es ciertamente limitado por la parte que se halla próxima á mí, y por el lado que está al alcance de mi sentido: esto es para mí indudable, toda vez que yo mismo lo percibo con mi vista. En cuanto a la parte que se opone á este lado, y sobre la cual me ocurre la duda, también se ser un absurdo el que se extienda a lo infinito…resulta, pues, que si admitimos el cuerpo infinito, admitimos lo absurdo é imposible». Tufayl continuaba el relato indicando que cuando Havy fue consciente de la finitud de los cuerpos celestes, decidió averiguar la forma de los mismos: «Dirigió, pues, su mirada en primer lugar hacia el sol, la luna y los demás astros, viendo que todos ellos amanecen de la parte de levante, y se ponen del lado de poniente; y notó que aquellos que pasaban por el cenit



Esta estrella coincide con la *α Car* (*Alfa Carinae*), la más brillante de a constelación (Quilla)

describen un círculo mayor, mientras que los que se desviaban de la línea cenital hacia el septentrión o mediodía, describían un círculo menor que aquél; y á medida que se alejaban de la línea cenital hacia cualquiera de los dos lados, cada círculo era menor que el que inmediatamente le precedía, de tal modo que los más reducidos de los círculos en que se movían las estrellas eran dos, el uno cerca del polo Sur, o sea, la órbita de la estrella Suhail (Canopus), y el otro junto al polo Norte, es a saber, la órbita de Alfarcadain*». Más adelante, analizó el fenómeno de los ortos y ocasos de las estrellas, afirmando que si los unos eran simultáneos también lo serían los otros, probando así la esfericidad del cielo: «y lo propio le ocurría con todas las estrellas y en todos los tiempos, evidenciándosele con esto que el firmamento era de figura esférica: confirmóle más y más en esta opinión lo que había observado respecto de la vuelta a oriente del sol, la luna y las demás estrellas después de su ocaso en occidente;…No dejó tampoco de observar el movimiento de la luna, viendo que era llevada de oriente a occidente, y los análogos movimientos de los planetas, así que se patentizó a su entendimiento una gran parte de la ciencia astronómica». La última aportación subrayable del relato de Tufayl versó sobre las diferentes esferas celestes, «todas ellas contenidas en una que era la suprema esfera, la cual

* La estrella Alfarcadain coincide con la η de la Osa menor.

ponía en movimiento todas las demás desde oriente á occidente, así durante el día como por la noche. Sería largo de explicar detalladamente cómo se verificaron sus progresos en esta ciencia, lo cual ha sido divulgado en muchos libros: para nuestro propósito no se necesita más que las indicaciones que hemos aportado…Dirigió luego su mirada a los astros y las esferas, viendo los movimientos regulares de todos ellos, y que giraban según cierto orden: admirólos también resplandecientes, rutilantes, alejados de todo peligro de cambio ó corrupción; y concibió vehementes sospechas de que dichos astros y esferas, aparte de sus cuerpos, estaban dotados de esencias que conocían aquel Ser de existencia necesaria, y que tales esencias inteligentes eran semejantes á la suya también inteligente, que ni eran cuerpos ni estaban a los mismos sujetas». Como colofón de esta reseña, valga la descripción después que se hubo sumergido en la pura contemplación, abstracción completa de todas las cosas y verdadera aproximación a Dios, vio que la esfera suprema, más allá de la cual no hay cuerpo alguno, tenía una esencia inmune de materia, que no era la esencia del Ser único y verdadero ni tampoco la misma esfera, ni algo diferente de estas dos cosas, sino que era a manera de la imagen del sol que aparece en cualquiera de los espejos bruñidos, la cual no es el sol, ni el espejo, ni algo diferente de ambos. Vio también que la esencia de esta esfera separada tenía tal perfección, esplendor y hermosura, que era mayor de lo que pudiera expresarse con la lengua, y era tan sutil que no toleraba ser revestida con letras sonidos. Y vio además que se hallaba en el sumo grado de deleite, de gozo, de júbilo, de alegría, a causa de la visión de aquella verdadera y gloriosa esencia.

La madre adoptiva de Havy. Según el relato, la gacela encuentra al niño abandonado en la isla y lo amamanta, como si fuera su propia cría, convirtiéndose así en su primera figura materna. Su muerte más adelante impulsa a Hayy a reflexionar sobre la vida, el alma y la naturaleza, marcando un punto clave en su desarrollo filosófico.

EL MUNDO SUBLUNAR

El universo medieval coincidía con el de Tolomeo: girando en torno a la Tierra, localizada en su centro. En dicho modelo persistía el orden aristotélico que consideraba dos regiones bien diferenciadas: la sublunar, (o terrestre) cambiante y corruptible y la supralunar (o celeste), era inmutable y perfecta. Aristóteles concibió un cielo con 55 esferas, para explicar tanto los movimientos celestes observables, como las distorsiones planetarias, siendo la más externa el Primum Mobile, responsable del movimiento de todas las esferas interiores. La Tierra estaba sometida a las influencias ejercidas sobre ella por todos los demás cuerpos celestes que giraban a su alrededor, el más cercano, y por lo tanto el más influyente, era la Luna; la cual cambia constantemente en el cielo nocturno, por lo que su influencia tenía que ver con la mutabilidad (o impermanencia). LAS ESFERAS ENTRE EL CIELO Y EL INFIERNO, CON LOS ÁNGELES CAÍDOS CONVIRTIÉNDOSE EN DEMONIOS. Las horas de Neville de Hornby (S. XIII). *British Library*. MS Egerton 2781

Antonio de Ulloa y de la Torre - Guiral (1716-1795)

Astrónomo, cartógrafo, explorador , ilustre geodesta y mejor marino sevillano, que participó en la medición de grados de meridiano en el Virreinato de Perú, cumpliendo así el mandato de la academia de Ciencias de París, con la pretensión de poner fin a la controversia sobre la forma de la Tierra. Antonio de Ulloa y de la Torre - Guiral nació en Sevilla, en el seno de una familia noble, oriunda de Galicia, que se estableció en esa ciudad a finales del siglo XV, coincidiendo con la conquista de Granada. Sus primeros estudios los hizo en el Colegio Dominico de Santo Tomás, embarcándose como voluntario en la Armada de Galeones, cuando solo tenía catorce años; en uno de ellos cruzó por primera vez el Atlántico para alcanzar América y volver a Cádiz en el año 1732. Para entonces había adquirido la formación suficiente ingresar con brillantez en la Real Academia de Guardias Marinas, recién fundada por José Patiño (Intendente General de la Armada). Al año siguiente tuvo su bautismo de fuego, a bordo del barco Santa Teresa, contra las tropas del emperador de Austria, en la campaña de Italia. Por aquel entonces se discutían dos modelos elipsoidales para la forma de la Tierra: uno de aplastamiento polar (oblato) y otro de

aplastamiento ecuatorial (prolato), una controversia que dividió a la comunidad científica en dos fracciones irreconciliables; la newtoniana defendía el primer modelo y la cartesiana el segundo.

La Academia de Ciencias de París decidió poner fin a la disputa, organizando y financiando, en torno al año 1734, sendas expediciones geodésicas: una a latitudes ecuatoriales y otra a latitudes polares; siendo nombrados directores de las mismas L. Godin y P. Maupertuis, respectivamente. Al haber sido elegida la zona del Virreinato de Perú, dispuso Patiño que los expedicionarios franceses debería ser acompañados por dos guardias marinas españoles: J. Juan y A. Ulloa; dándose la circunstancia de ser ascendidos cuatro grados, de forma simultánea, para tratar de que su relación con sus homólogos franceses no fuera tan desigual. Desde un punto de vista científico, su contribución fue decisiva por varias razones. En primer lugar, la medición realizada en la región ecuatorial (actual Ecuador) permitió comparar la longitud de un grado de meridiano con las mediciones análogas y previas de Laponia, comandadas por Maupertuis. Los resultados confirmaron experimentalmente la teoría newtoniana del achatamiento polar, con el apoyo de una serie de observaciones astronómicas, complemento indispensable de la triangulación geodésica que discurrió a lo largo del arco de meridiano seleccionado.

Monumento a la mitad del mundo, en las proximidades de Quito. Se levantó para honrar la memoria de los geodestas que midieron el grado de meridiano, a mediados del siglo XVIII.

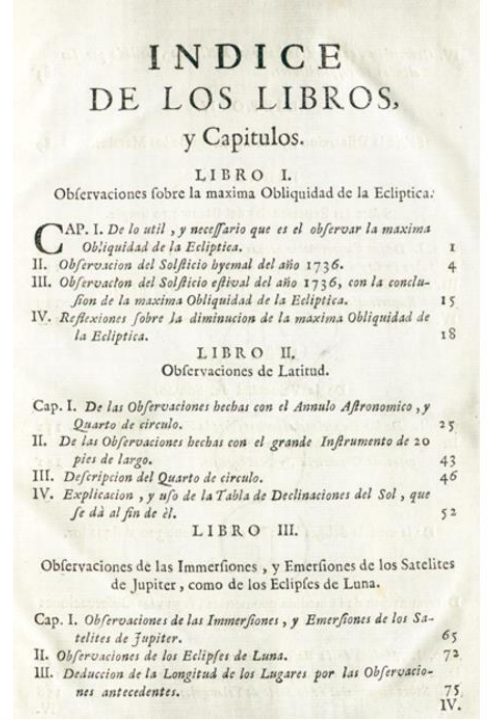
La participación de J. Juan y de A. de Ulloa fue finalmente reconocida por los expedicionarios franceses, de manera especial por L. Godin, que valoraron su rigor metodológico y su dominio de las matemáticas, la astronomía y la instrumentación científica. El trabajo de ambos tuvo un impacto científico e institucional duradero en España. Las observaciones realizadas en el Perú sirvieron de base para la modernización de la ciencia española, especialmente en campos como la cartografía, la navegación y la ingeniería militar. En síntesis, la participación de Jorge Juan y Antonio de Ulloa en la medición del meridiano no solo contribuyó a resolver una cuestión fundamental sobre la forma de la Tierra, sino que también consolidó la aplicación del método científico experimental en el ámbito hispánico y reforzó el papel de América como espacio clave para la producción de conocimiento científico en la Ilustración. En el año 1745, diez años después de su salida de Cádiz, finalizaron los trabajos de campo. Tanto a la ida como a la vuelta, los dos marinos realizaron la travesía por separado. Ulloa regresó en un barco que fue apresado por los ingleses, siendo hecho prisionero y trasladado como tal a Portsmouth. Poco después, se le concedió permiso para trasladarse a Londres en 1746, a fin de recuperar los documentos que le habían sido incautados*.

Monumento a Antonio de Ulloa en el Ministerio de Agricultura y Pesca. Glorieta de Atocha (Madrid). José Alcaverro y Amorós (1899).

Ambos marinos fueron los primeros en exponer los trabajos de campo, con los resultados de las observaciones y demás detalles de la expedición geodésica;

*Los mas comprometedores (planos militares, estratégicos, de fortificaciones, rutas, o secretos de estado) los había arrojado al mar, poco antes de ser abordado su barco; quedándose solamente con los exclusivamente científicos.

publicando en el año 1748 las dos obras siguientes: I) *Observaciones Astronómicas y Physicas hechas de orden de S. Magestad en los Reynos del Peru,…de las cuales se deduce la figura y magnitud de la Tierra y se aplica a la navegación*; II) *Relación histórica del viaje a la América Meridional, hecho de orden de su Magestad para medir algunos grados de meridiano terrestre, y venir con ellos en conocimiento de la verdadera Figura y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones Astronómicas y Phisicas*. Las dos fueron muy valoradas, pues se editaron en sesenta ocasiones y fueron traducidas a otros idiomas. El redactor principal de las *Observaciones*, y autor de su prólogo, fue Jorge Juan; correspondiéndole a Antonio de Ulloa las mismas actuaciones en la *Relación*. *Las Observaciones* constaron de nueve libros, concluyendo en el séptimo (VI. *Sobre la Figura de la Tierra*) que «los grados del meridiano terrestre no siendo iguales, la Tierra no puede ser perfectamente esférica, y hallánse menores al passo que están más próximos del Equador, ha de ser precisamente Lata: esto es, el Diámetro del Equador mayor que su eje». A continuación, se planteó el siguiente problema: «dados dos grados, o minutos de la periferia de una elipse, hallar la razón de sus diámetros»; cifrando su resultado en el cociente 265/266, equivalente a un aplastamiento elipsoidal de 1/266. Ulloa resumió en el prólogo de la *Relación* la estructura y el contenido de la obra: «Divídese la presente



INDICE
DE LOS LIBROS,
y Capitulos.

LIBRO I.
Obſervaciones ſobre la maxima Obliquidad de la Ecliptica.

CAP. I. *De lo util, y neceſſario que es el obſervar la maxima Obliquidad de la Ecliptica.* 1
II. *Obſervacion del Solſticio hyemal del año 1736.* 4
III. *Obſervacion del Solſticio eſtival del año 1736, con la concluſion de la maxima Obliquidad de la Ecliptica.* 15
IV. *Reflexiones ſobre la diminucion de la maxima Obliquidad de la Ecliptica.* 18

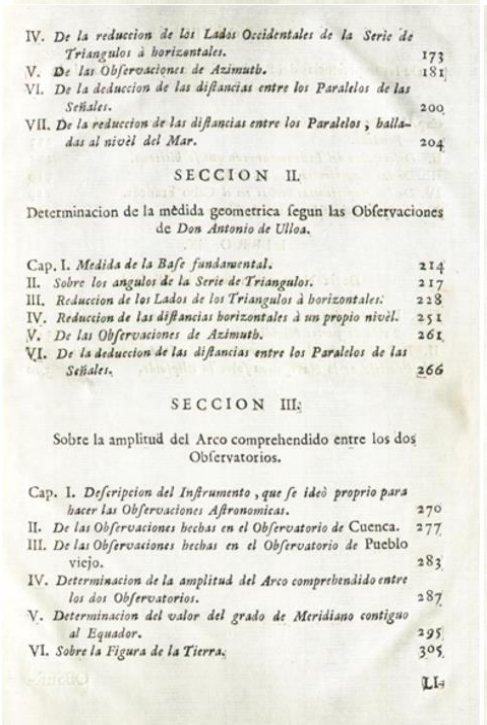
LIBRO II.
Obſervaciones de Latitud.

Cap. I. *De las Obſervaciones hechas con el Annulo Aſtronomico, y Quarto de circulo.* 25
II. *De las Obſervaciones hechas con el grande Inſtrumento de 20 pies de largo.* 43
III. *Deſcripcion del Quarto de circulo.* 46
IV. *Explicacion, y uſo de la Tabla de Declinaciones del Sol, que ſe dà al fin de èl.* 52

LIBRO III.
Obſervaciones de las Immerſiones, y Emerſiones de los Satelites de Jupiter, como de los Eclipſes de Luna.

Cap. I. *Obſervaciones de las Immerſiones, y Emerſiones de los Satelites de Jupiter.* 65
II. *Obſervaciones de los Eclipſes de Luna.* 72
III. *Deduccion de la Longitud de los Lugares por las Obſervaciones antecedentes.* 75

IV.



IV. *De la reduccion de los Lados Occidentales de la Serie de Triangulos à horizontales.* 173
V. *De las Obſervaciones de Azimuth.* 181
VI. *De la deduccion de las diſtancias entre los Paralelos de las Señales.* 200
VII. *De la reduccion de las diſtancias entre los Paralelos, halladas al nivèl del Mar.* 204

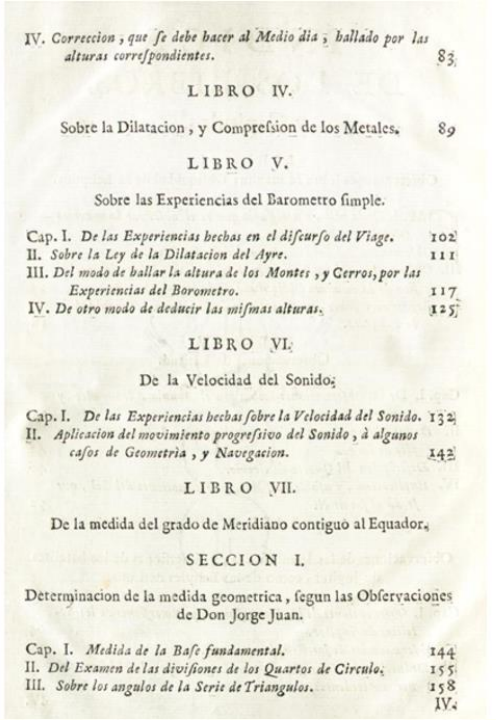
SECCION II.
Determinacion de la mèdida geometrica ſegun las Obſervaciones de *Don Antonio de Ulloa.*

Cap. I. *Medida de la Baſe fundamental.* 214
II. *Sobre los angulos de la Serie de Triangulos.* 217
III. *Reduccion de los Lados de los Triangulos à horizontales.* 228
IV. *Reduccion de las diſtancias horizontales à un propio nivèl.* 251
V. *De las Obſervaciones de Azimuth.* 261
VI. *De la deduccion de las diſtancias entre los Paralelos de las Señales.* 266

SECCION III.
Sobre la amplitud del Arco comprehendido entre los dos Obſervatorios.

Cap. I. *Deſcripcion del Inſtrumento, que ſe ideò proprio para hacer las Obſervaciones Aſtronomicas.* 270
II. *De las Obſervaciones hechas en el Obſervatorio de Cuenca.* 277
III. *De las Obſervaciones hechas en el Obſervatorio de Pueblo viejo.* 283
IV. *Determinacion de la amplitud del Arco comprehendido entre los dos Obſervatorios.* 287
V. *Determinacion del valor del grado de Meridiano contiguo al Equador.* 295
VI. *Sobre la Figura de la Tierra.* 305

LI



IV. *Correccion, que ſe debe hacer al Medio dia, hallado por las alturas correſpondientes.* 83

LIBRO IV.
Sobre la Dilatacion, y Compreſsion de los Metales.

89

LIBRO V.
Sobre las Experiencias del Barometro ſimple.

Cap. I. *De las Experiencias hechas en el diſcurſo del Viage.* 102
II. *Sobre la Ley de la Dilatacion del Ayre.* 111
III. *Del modo de hallar la altura de los Montes, y Cerros, por las Experiencias del Barometro.* 117
IV. *De otro modo de deducir las miſmas alturas.* 125

LIBRO VI.
De la Velocidad del Sonido.

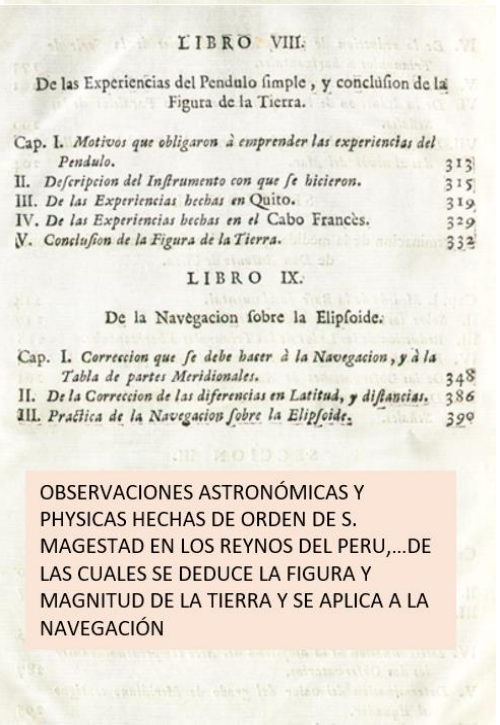
Cap. I. *De las Experiencias hechas ſobre la Velocidad del Sonido.* 132
II. *Aplicacion del movimiento progreſsivo del Sonido, à algunos caſos de Geometria, y Navegacion.* 142

LIBRO VII.
De la medida del grado de Meridiano contiguo al Equador.

SECCION I.
Determinacion de la medida geometrica, ſegun las Obſervaciones de Don Jorge Juan.

Cap. I. *Medida de la Baſe fundamental.* 144
II. *Del Examen de las diviſiones de los Quartos de Circulo.* 155
III. *Sobre los angulos de la Serie de Triangulos.* 158

IV.



LIBRO VIII.
De las Experiencias del Pendulo ſimple, y concluſion de la Figura de la Tierra.

Cap. I. *Motivos que obligaron à emprender las experiencias del Pendulo.* 313
II. *Deſcripcion del Inſtrumento con que ſe hicieron.* 315
III. *De las Experiencias hechas en Quito.* 319
IV. *De las Experiencias hechas en el Cabo Francès.* 329
V. *Concluſion de la Figura de la Tierra.* 332

LIBRO IX.
De la Navègacion ſobre la Elipſoide.

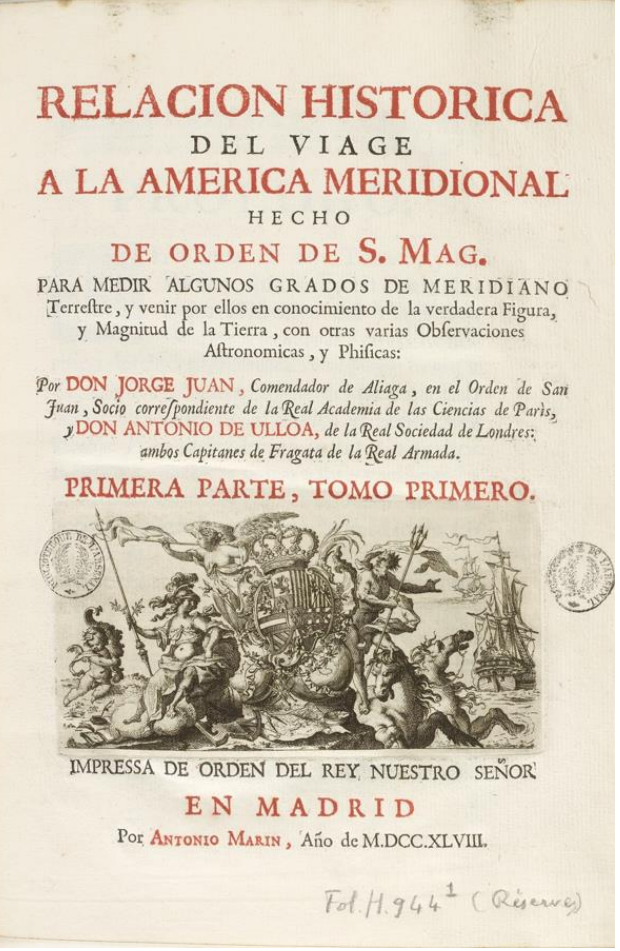
Cap. I. *Correccion que ſe debe hacer à la Navegacion, y à la Tabla de partes Meridionales.* 348
II. *De la Correccion de las diferencias en Latitud, y diſtancias.* 386
III. *Practica de la Navegacion ſobre la Elipſoide.* 390

OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS Y PHYSICAS HECHAS DE ORDEN DE S. MAGESTAD EN LOS REYNOS DEL PERU,…DE LAS CUALES SE DEDUCE LA FIGURA Y MAGNITUD DE LA TIERRA Y SE APLICA A LA NAVEGACIÓN

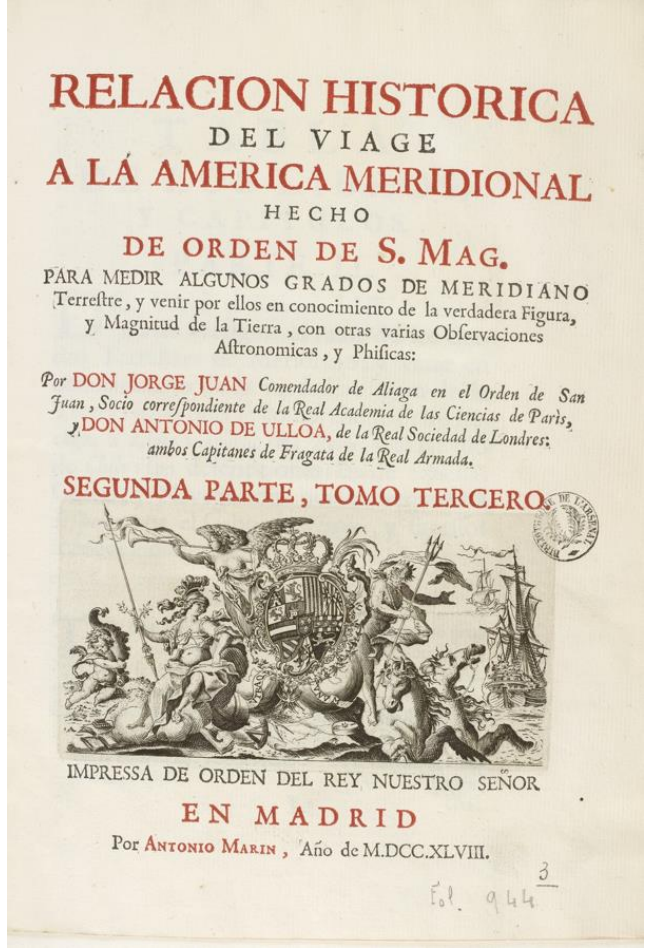
Ilustración de la Relación histórica del Viaje a la América Meridional

Obra en dos partes: la primera escrita en dos Tomos comprehende desde la salida de Cádiz hasta la conclusión de la Medida de los Grados de Meridiano Terrestre contiguos al Equador (que es de lo que trata el Tomo primero en cinco Libros) y una Descripción de la Provincia de Quito en un Libro, la cual es el asunto del Tomo segundo. La segunda Parte dividida en otros dos Tomos continua los Viajes hechos a Lima, y Reyno de Chile en dos libros, que son los que comprehende el Tomo III: y en otro Libro, formando el Tomo quarto, se hace relación de nuestro Viaje desde el Puerto del Callao hasta Europa».

Desde el punto de vista geodésico es destacable el libro V de la Primera parte, ya que incluye un segundo capítulo titulado: *Del trabajo, con que se hicieron las operaciones y observaciones de la Meridiana, y del método de vida, a que estuvimos reducidos, hasta que se concluyeron*. Comienza recordando Ulloa que tardó un año en llegar a quito y que poco después de él llegaron por separado la Condamine y Bouguer, el primero el día 4 y el segundo el día 10 de junio de 1736. Refirió a continuación la medida de la base de Yaruqui y el cometido diario: «Nuestras tareas se reducían diariamente a medir aquel llano a una línea horizontal, corrigiendo con el Nivel, y los Aplomos los defectos del terreno. Empezábamos este ejercicio con el día, y sin dejarlo en todo él, se daba de mano al anochecer, a menos que las tempestades súbitas de Aguaceros nos obligaran a suspenderlo…a la medida de la base le siguieron las Observaciones de los Ángulos, así Horizontales como Verticales de aquellos primeros Triángulos, que muchos no sirvieron, porque después se mudó la disposición de ellos, y se ordenaron de otra forma mejor, que la que se había


RELACION HISTORICA
DEL VIAGE
A LA AMERICA MERIDIONAL
HECHO
DE ORDEN DE S. MAG.
PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO Terreſtre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura, y Magnitud de la Tierra, con otras varias Obſervaciones Aſtronomicas, y Phiſicas:
Por DON JORGE JUAN, Comendador de Aliaga, en el Orden de San Juan, Socio correſpondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris, y DON ANTONIO DE ULLOA, de la Real Sociedad de Londres: ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.
PRIMERA PARTE, TOMO PRIMERO.
IMPRESSA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR
EN MADRID
Por ANTONIO MARIN, Año de M.DCC.XLVIII.
Fol.H.944 1 (Reserva)

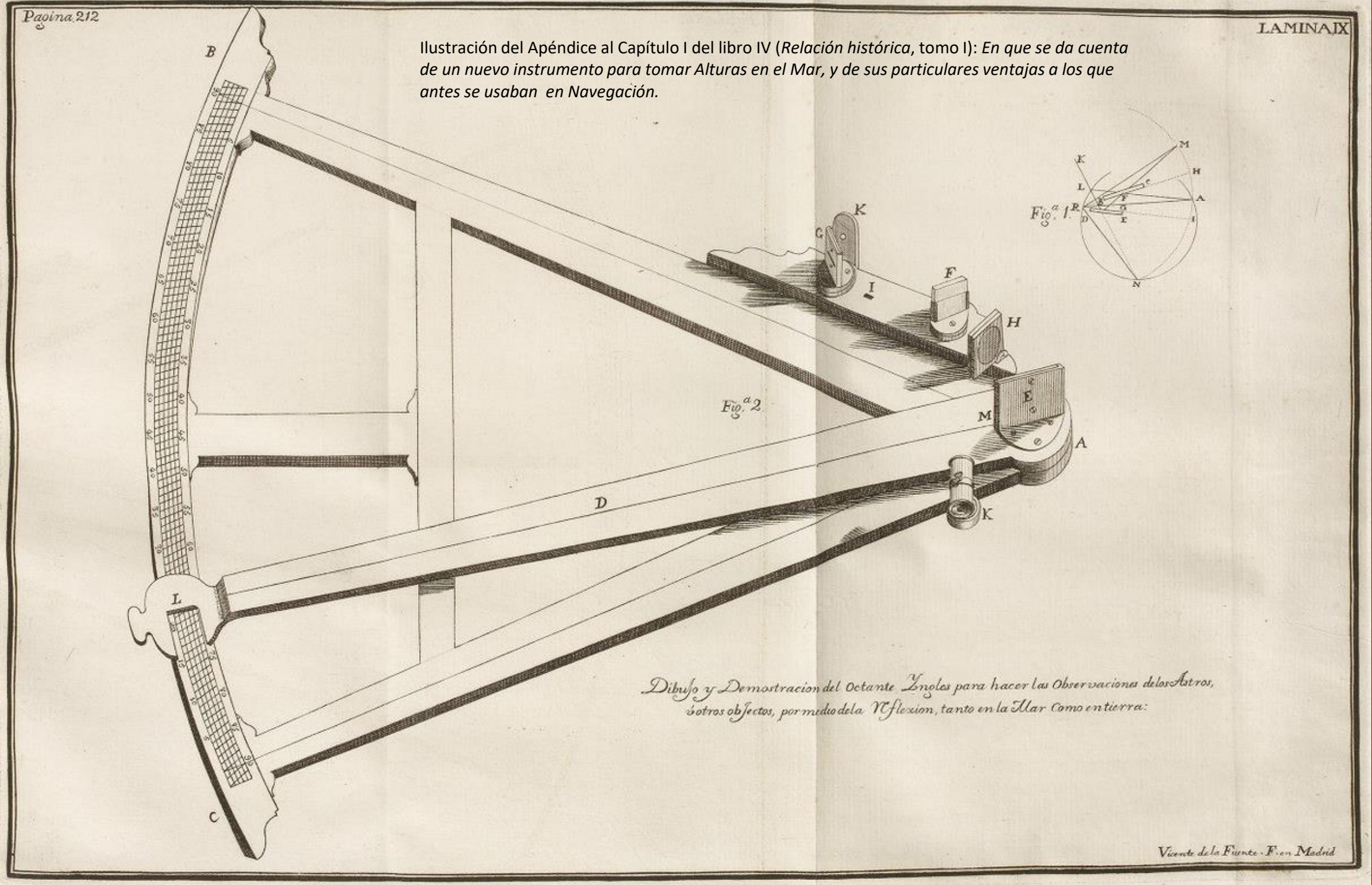
RELACION HISTORICA
DEL VIAGE
A LA AMERICA MERIDIONAL
HECHO
DE ORDEN DE S. MAG.
PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO Terreſtre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura, y Magnitud de la Tierra, con otras varias Obſervaciones Aſtronomicas, y Phiſicas:
Por DON JORGE JUAN, Comendador de Aliaga, en el Orden de San Juan, Socio correſpondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris, y DON ANTONIO DE ULLOA, de la Real Sociedad de Londres: ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.
PRIMERA PARTE, TOMO SEGUNDO.
IMPRESSA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR
EN MADRID
Por ANTONIO MARIN, Año de M.DCC.XLVIII.
Fol.H.944 2 (Reserva)


RELACION HISTORICA
DEL VIAGE
A LA AMERICA MERIDIONAL
HECHO
DE ORDEN DE S. MAG.
PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO Terreſtre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura, y Magnitud de la Tierra, con otras varias Obſervaciones Aſtronomicas, y Phiſicas:
Por DON JORGE JUAN Comendador de Aliaga en el Orden de San Juan, Socio correſpondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris, y DON ANTONIO DE ULLOA, de la Real Sociedad de Londres: ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.
SEGUNDA PARTE, TOMO TERCERO.
IMPRESSA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR
EN MADRID
Por ANTONIO MARIN, Año de M.DCC.XLVIII.
Fol. 944 3

RELACION HISTORICA
DEL VIAGE
A LA AMERICA MERIDIONAL
HECHO
DE ORDEN DE S. MAG.
PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO Terreſtre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura, y Magnitud de la Tierra, con otras varias Obſervaciones Aſtronomicas, y Phiſicas:
Por DON JORGE JUAN Comendador de Aliaga en el Orden de San Juan, Socio correſpondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris, y DON ANTONIO DE ULLOA, de la Real Sociedad de Londres: ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.
SEGUNDA PARTE, TOMO QUARTO.
IMPRESSA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR
EN MADRID
Por ANTONIO MARIN, Año de M.DCC.XLVIII.
Fol. 944 2

ideado en los principios». Salvado el paréntesis impuesto por las gestiones que tuvo que hacer La condamine en Lima, se continuó observando la triangulación, una vez «dividida la Compañía en dos, así de Franceses como de Españoles. Empezamos, pues, a salir a cada uno de los parajes que le correspondían, y con ese fin pasaron Don Jorge Juan, y Mr. Godin, que componían una, y los demás, que les acompañaban, al cerro de Pambamarca, al tiempo que M.M. Bouguer, de la Condamine y yo, que formábamos la otra, habíamos subido a los más alto del de Pichincha. En uno y otro fue mucho lo que tuvimos que padecer, tanto con la rigidez del Temperamento, quanto con la fuerza de los vientos, que eran continuos en aquellos sitios». Tras permanecer en la cumbre23 días, hasta el 6 de septiembre

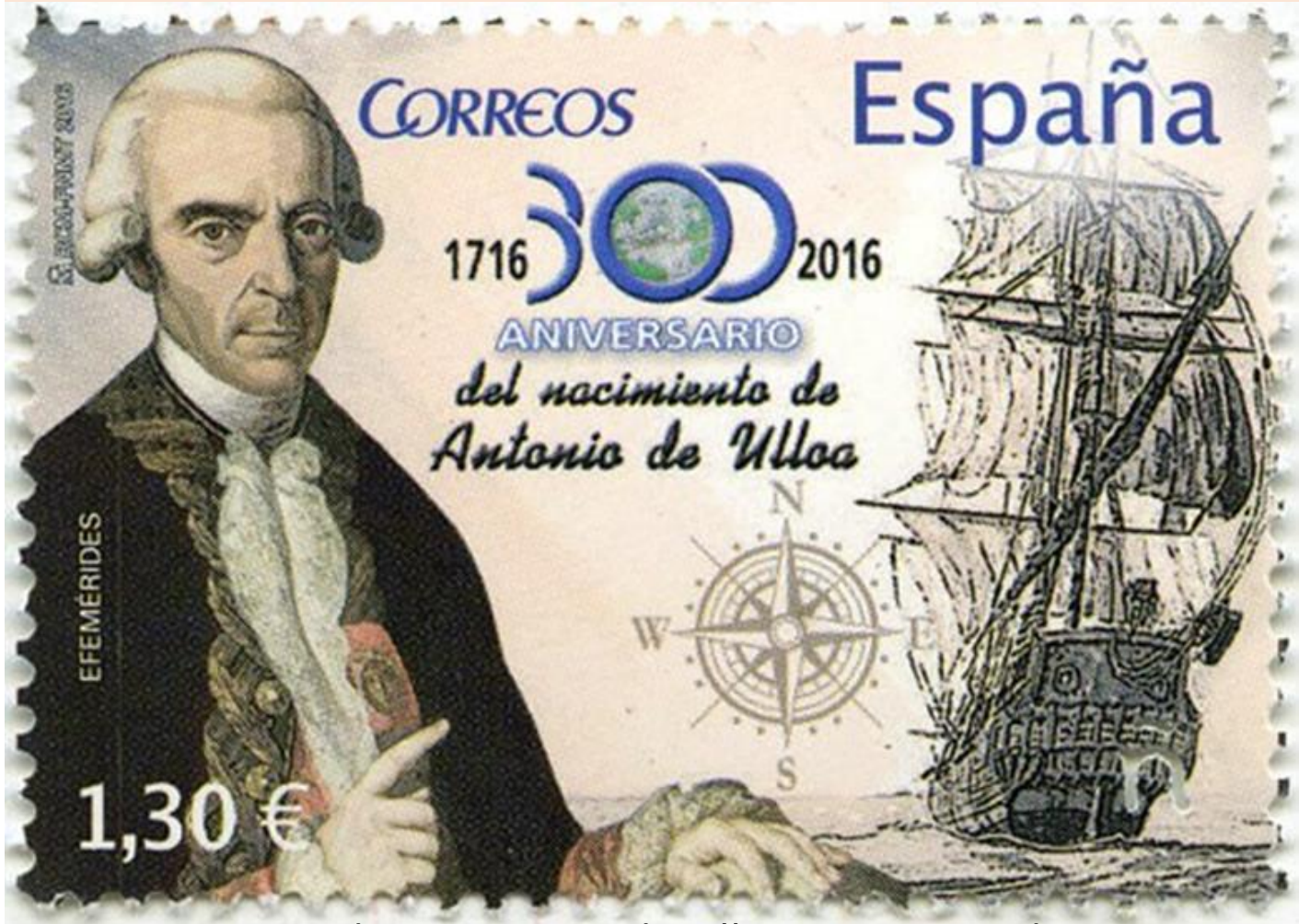
Ilustración del Apéndice al Capítulo I del libro IV (*Relación histórica*, tomo I): *En que se da cuenta de un nuevo instrumento para tomar Alturas en el Mar, y de sus particulares ventajas a los que antes se usaban en Navegación.*

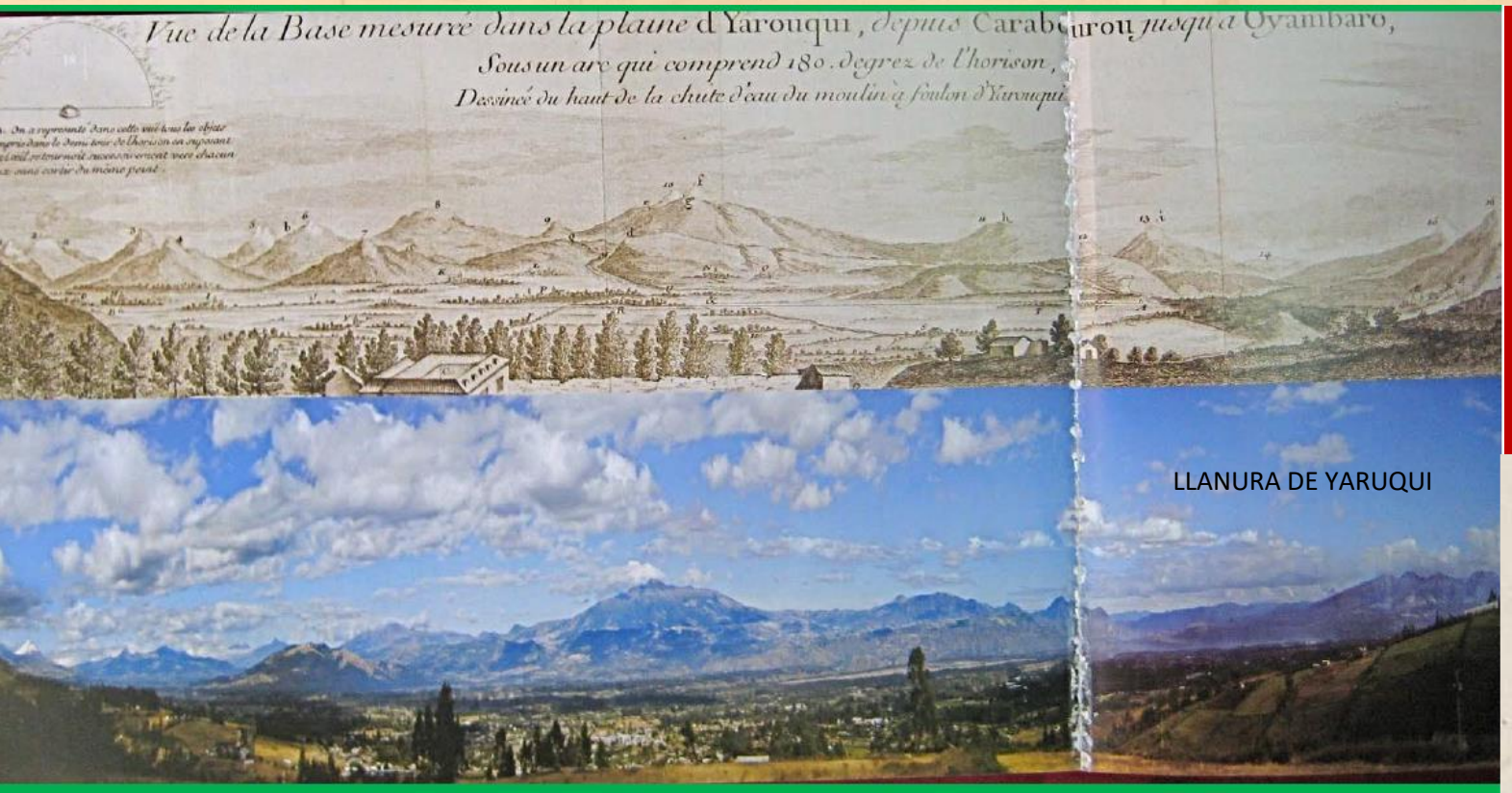


Dibujo y Demostración del octante inglés para hacer las Observaciones de los Astros, u otros objetos, por medio de la reflexión, tanto en la Mar como en tierra. Con él se midieron muchas alturas meridianas del Sol, básicas para el cálculo de la latiud

de 1737 no pudieron efectuarlas observaciones previstas, debido a las inclemencias meteorológicas, viéndose obligados a proyectar un nuevo vértice geodésico a menor altitud. Más adelante refirió que una vez concluida la parte sur de la triangulación, a finales del mes de diciembre de 1739, se decidió medir una segunda base por cada Compañía; sin que pudieran hacerse las observaciones astronómicas, al no disponer de los instrumentos adecuados. Hasta el mes de agosto de 1740 no pudieron reanudarse las observaciones, concluidas en el mes de septiembre. Emprendieron entonces viaje hacia el norte para llevara cabo observaciones análogas en el otro extremo de la Meridiana, «y finalizar con ellas nuestra Obra». Otra vez hubo que suspender los trabajos, hasta que se remprendieron con el año 1744, por parte de J. Juan y A. de Ulloa: «…restituidos a Quito por enero de 1744, prolongamos la Meridiana por la parte del norte del ecuador entre Don Jorge Juan, y yo con cuatro triángulos, que se llevaron hasta el paraje, donde Godin había hecho, en el año de 1740, la segunda Observación Astronómica; y en aquel sitio la repetimos nosotros, dejándola terminada en el mes de mayo del mismo año de 44, donde se verá por el Tomo que llevo citado de las Observaciones Astronómicas y Physicas, donde están comprehendidos todos los demás, y las experiencias, que se hicieron».

Sello conmemorativo del nacimiento de Antonio de Ulloa, emitido el 27.IX.2016.



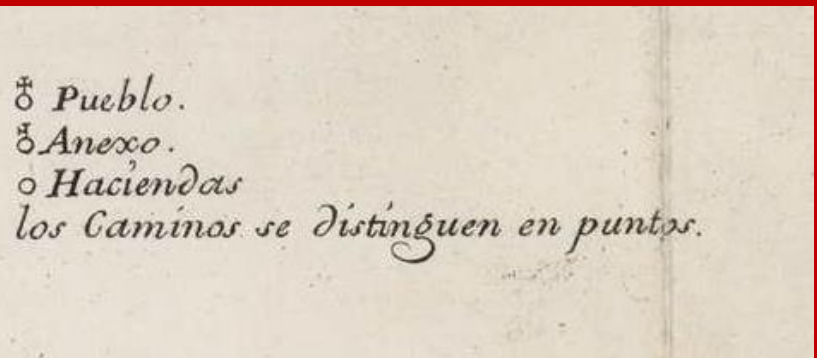


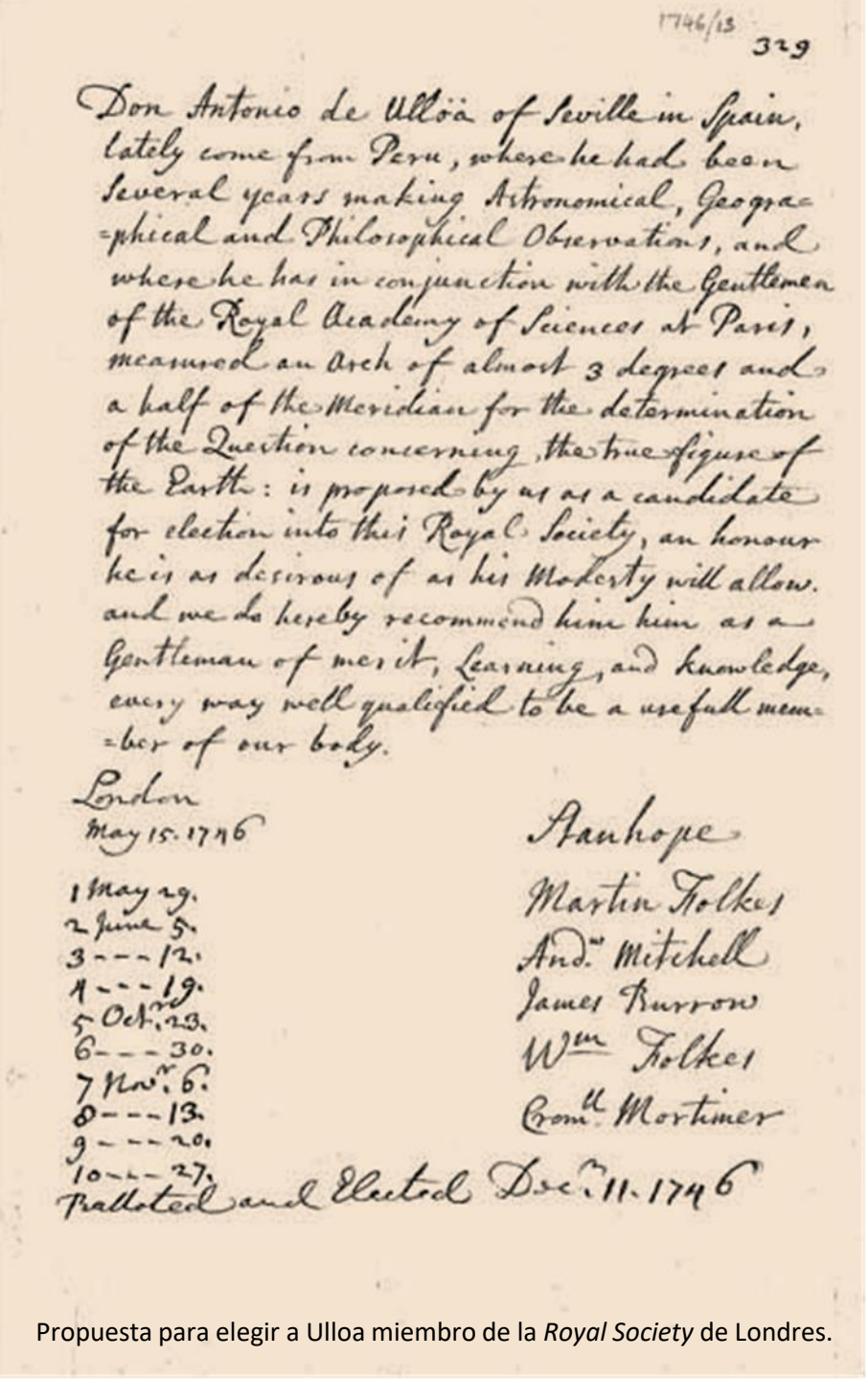
LLANURA DE YARUQUI

CARTA DE LA MERIDIANA medida en el Reyno de Quito, de Orden del Rey Nuestro Señor para el conocimiento del valor de los Grados terrestres, y Figura de la Tierra, por Don Jorge Juan y Dⁿ Antonio de Ulloa, concluida en año de 1744. Tomo segundo de la *Relación Histórica.*

Las líneas rectas seguidas denotan la serie de Triángulos de D. Jorge juan. Las líneas cortadas o hechas de pequeñas porciones, comprehenden los Triángulos en que se distinguen las series de D. Jorge Juan, y D. Antonio de Ulloa. Las de puntos los Triángulos auxiliares.

Escala gráfica con pitipié de 10 leguas.




1746/13

329

Don Antonio de Ulloä of Seville in Spain, lately come from Peru, where he had been several years making Astronomical, Geographical and Philosophical Observations, and where he has in conjunction with the Gentlemen of the Royal Academy of Sciences at Paris, measured an Arch of almost 3 degrees and a half of the Meridian for the determination of the Question concerning the true figure of the Earth: is proposed by us as a candidate for election into this Royal Society, an honour he is as desirous of as his Modesty will allow. and we do hereby recommend him him as a Gentleman of merit, Learning, and knowledge, every way well qualified to be a useful member of our body.

London
May 15. 1746

Stanhope
Martin Folkes
And.w Mitchell
James Burrow
Wm. Folkes
Crom.ll Mortimer

1 May 29.
2 June 5.
3 --- 12.
4 --- 19.
5 Oct.r 23.
6 --- 30.
7 Nov.r 6.
8 --- 13.
9 --- 20.
10 --- 27.

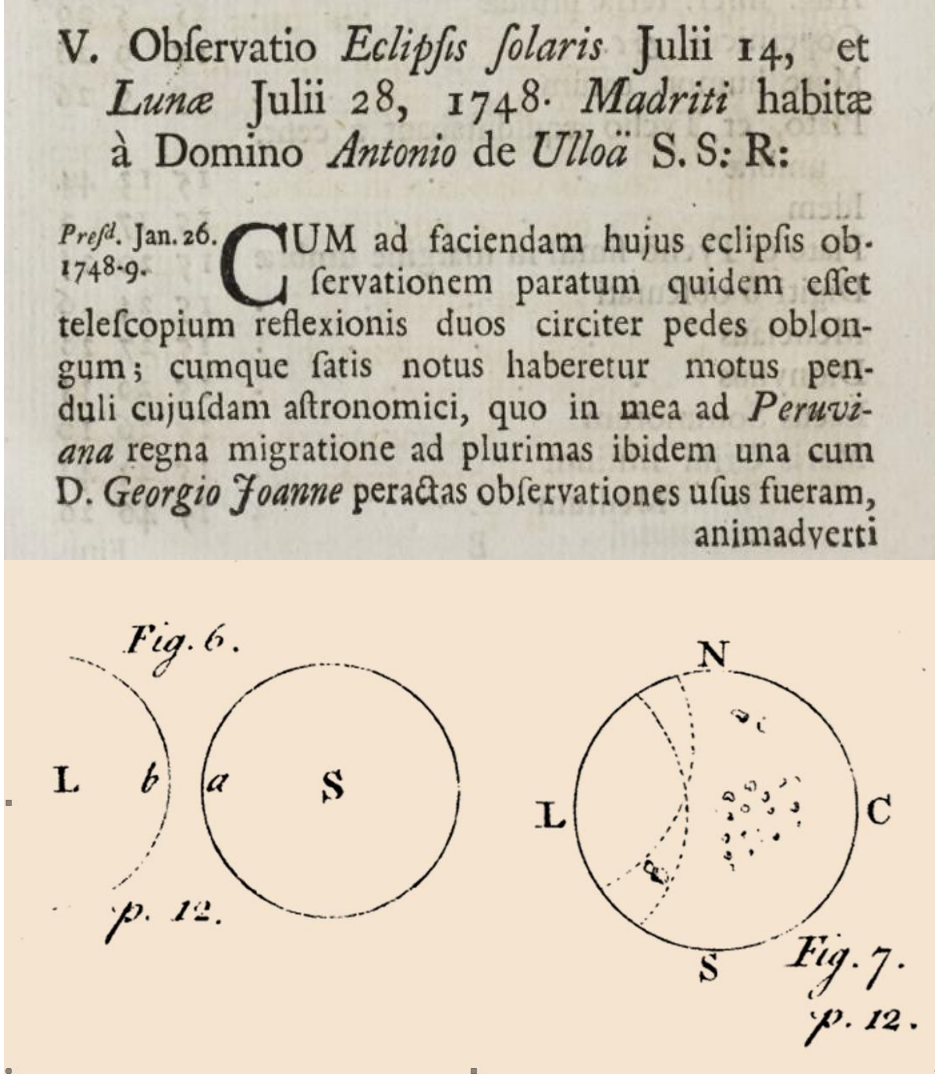
Balloted and Elected Dec.r 11. 1746

Propuesta para elegir a Ulloa miembro de la *Royal Society* de Londres.

Cuando se escribieron las Observaciones y la Relación, Ulloa ya era miembro de la *Royal Society* de Londres, por haber ingresado en ella el 11 de diciembre de 1746; esto es, un año después de que llegara a Inglaterra, procedente de América del Norte. La propuesta de su nombramiento, fue refrendada por el astrónomo y matemático Martin Folkes, a la sazón Presidente de la misma. Curiosamente, en el mismo año en que se publicaron tales obras, Ulloa observó en Madrid varios eclipses: uno de Sol* (14 de julio) y otros de Luna (el 28 de julio y el 8 de agosto); publicándose el detalle de sus registros en la revista de la *Royal Society*, *Philosophical Transactions* (Volumen 46. 31 de marzo de 1749, pp: 10-13). Los epígrafes correspondientes fueron: 1) *Observatio Eclipsis Solaris Julii 14, et Lunae Julii 28, 1748. Madriti habitae à Domino Antonio de Ulloä S. S: R:* y 2) *Observatio Eclipsis partialis Lunae sub diem 8 Aug. 28 Julii 1748. Madriti, a D. Antonio de Ulloa navis bellici a Rege Cath. Praefecto una cum excellentissimo Duce Asidoniensi, naturalium disciplinarum et omnigenae eruditionis viro* (Observación del eclipse parcial de Luna habido el día 8 de Agosto y 28 de Julio de 1748 en Madrid, por D. Antonio de Ulloa prefecto de las naves de guerra del Rey Católico, junto con el Duque de Medina-Sidonia, varón excelentísimo en las disciplinas naturales y en todo género de erudición). Por otro lado, es conveniente señalar que, aunque Ulloa sólo cite de manera expresa la participación del Duque de Medina-Sidonia

*El eclipse anular de Sol había despertado gran expectación en Europa, debido, en parte, a los cálculos rigurosos que había hecho L. Euler para predecirlo.

en la observación del eclipse lunar, es obvio que en la del solar debió hacerlo también Jorge Juan, a tenor de las propias palabras empleadas por Ulloa en su resumen. Es asimismo evidente, a la vista del mismo, que a los dos marinos astrónomos les cupo el honor de ser unos de los primeros observadores españoles de las manchas solares, que llegan incluso a representar. De igual modo resulta obvio que en el caso del eclipse lunar se debieron usar alguno de los mapas de la Luna, como complemento indispensable para la adecuada identificación de los detalles. Las representaciones cartográficas clásicas de la época fueron realizadas en el siglo anterior y se mantuvieron vigentes hasta el siglo XIX. M. F. van Langren, J. Heweliusz, G. B. Riccioli y G. D. Cassini fueron los cartógrafos lunares por excelencia; los dos primeros fueron más conocidos por sus nombres latinos: Langrenus y Hevelius.



V. Obſervatio *Eclipſis ſolaris* Julii 14, et *Lunæ* Julii 28, 1748. *Madriti* habitæ à Domino *Antonio* de *Ulloä* S. S: R:

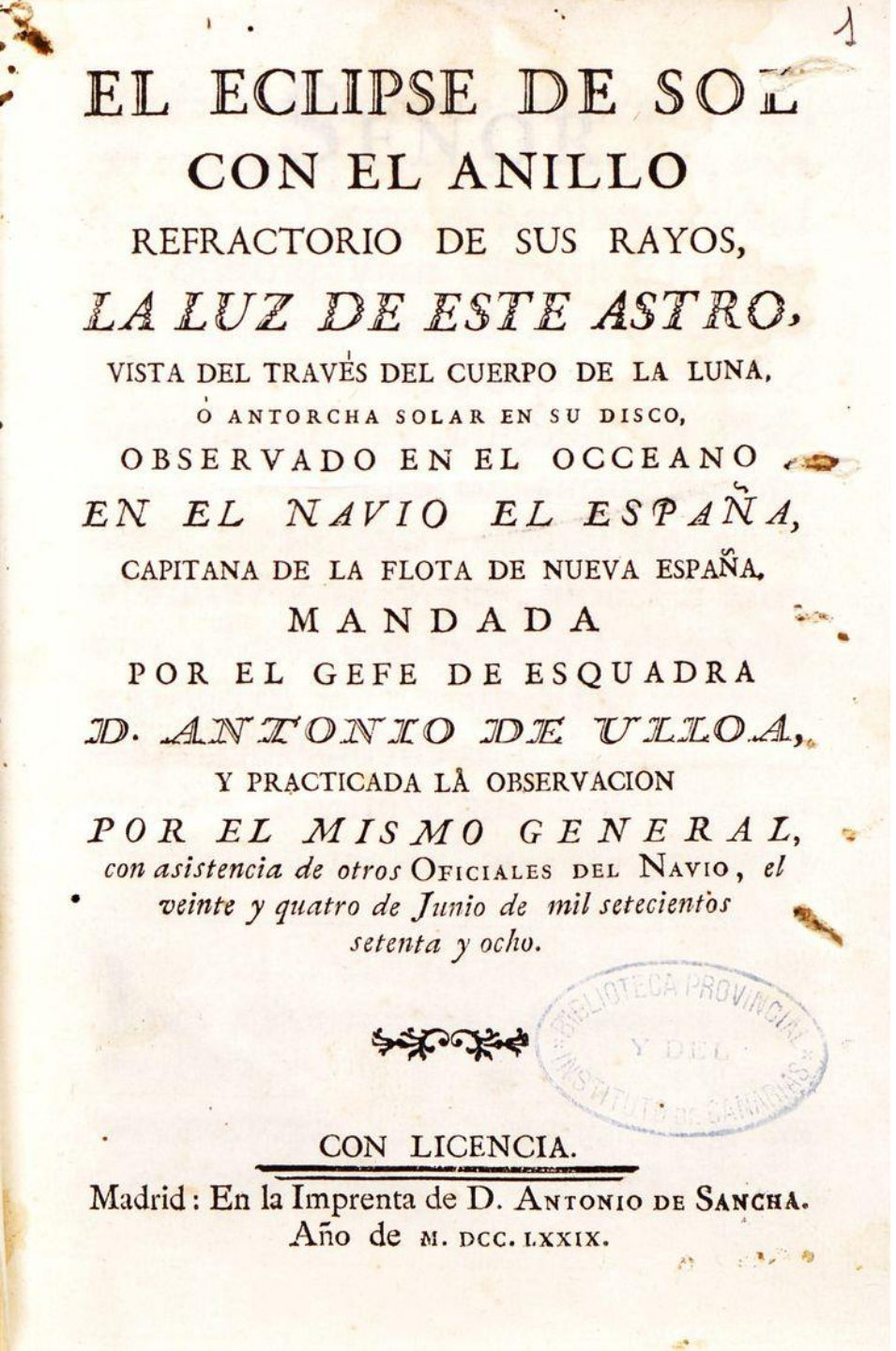
Preſd. Jan. 26. 1748-9. CUM ad faciendam hujus eclipſis obſervationem paratum quidem eſſet teleſcopium reflexionis duos circiter pedes oblongum; cumque ſatis notus haberetur motus penduli cujuſdam aſtronomici, quo in mea ad *Peruviana* regna migratione ad plurimas ibidem una cum D. *Georgio Joanne* peractas obſervationes uſus fueram, animadverti

Fig. 6.

p. 12.

Fig. 7.
p. 12.

Esta referencia tan sucinta escrita por Ulloa, contrasta con la Memoria que publicó treinta años después, para dar cuenta de las observaciones que hizo del eclipse solar producido en el mes de junio del año 1778, cuyo título fue el que se indica a continuación: *El eclipse de Sol, con el anillo refractario de sus rayos, la luz de este astro, vista a través del cuerpo de la Luna, o antorcha solar en su disco, observado en el océano en el Navío 'El España", Capitana de la Flota de Nueva España, mandada por el Gefe de Esquadra, D. Antonio de Ulloa, y practicada la observación por el mismo General, con asistencia de otros Oficiales del Navío, el veinte y quatro de Junio de mil setecientos setenta y ocho*. Al comienzo de la misma muestra su sorpresa: «…y así sorprendió su vista, quando



EL ECLIPSE DE SOL
CON EL ANILLO
REFRACTORIO DE SUS RAYOS,
LA LUZ DE ESTE ASTRO,
VISTA DEL TRAVÉS DEL CUERPO DE LA LUNA,
Ó ANTORCHA SOLAR EN SU DISCO,
OBSERVADO EN EL OCCEANO
EN EL NAVIO EL ESPAÑA,
CAPITANA DE LA FLOTA DE NUEVA ESPAÑA,
MANDADA
POR EL GEFE DE ESQUADRA
D. ANTONIO DE ULLOA,
Y PRACTICADA LA OBSERVACION
POR EL MISMO GENERAL,
con asistencia de otros OFICIALES DEL NAVIO, el veinte y quatro de Junio de mil setecientos setenta y ocho.

BIBLIOTECA PROVINCIAL Y DEL INSTITUTO DE SALAMANCA

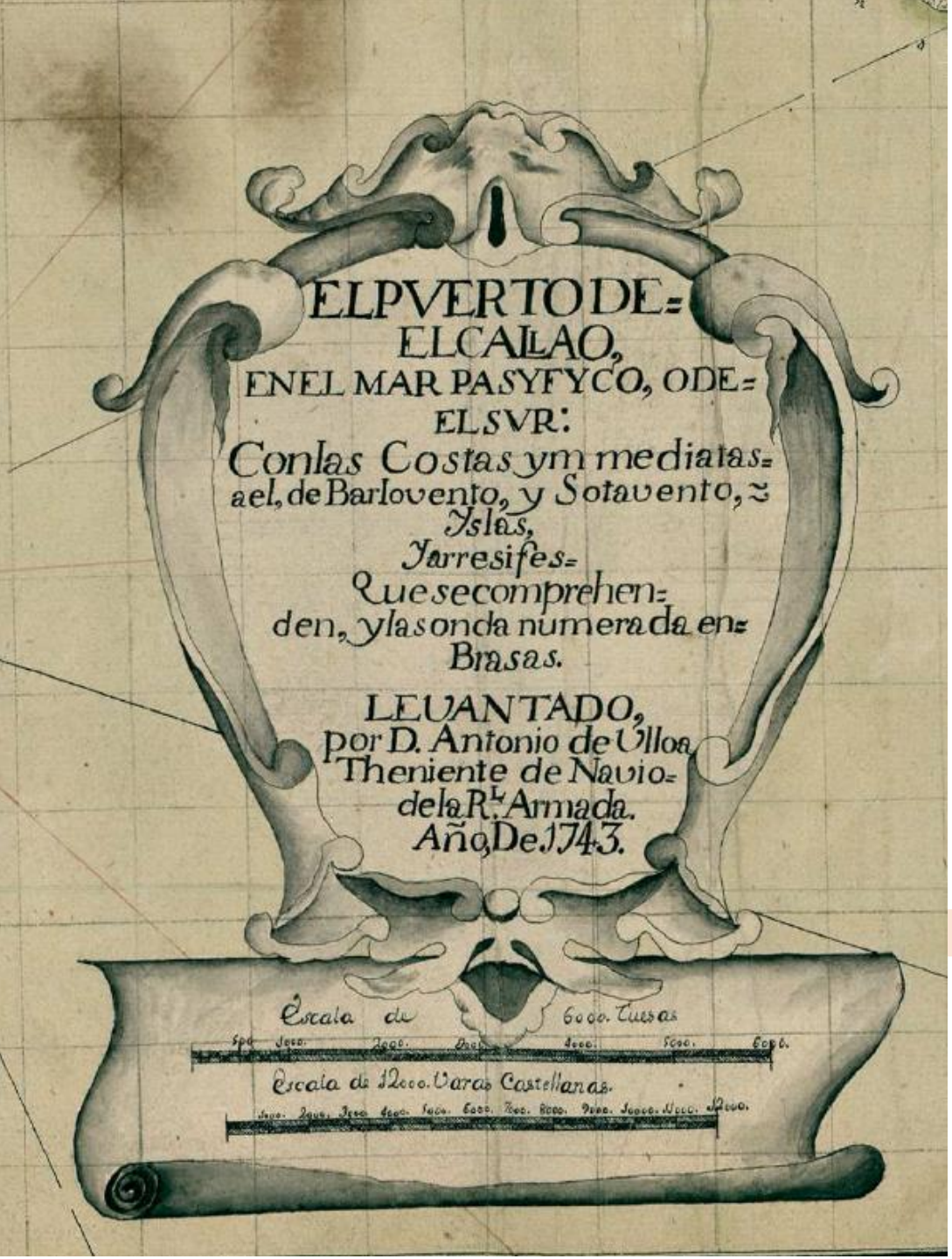
CON LICENCIA.

Madrid: En la Imprenta de D. ANTONIO DE SANCHA.
Año de M. DCC. LXXIX.

eclipsado todo el cuerpo del 'Sol", se descubrió el admirable phenomeno de un "Anulo", que le llamarémos "refrac rivo' por distinguirlo del verdadero "anular", en donde el disco del "Sol" es el que lo forma. Además de esto apareció un otro phenomeno, aun más raro que el primero, consistiendo en manifestarse el 'disco del Sol" como por un agugero mui pequeño. hecho en el de la "Luna' antes de parecer por el Limbo de este segundo Planeta». Mi recordado profesor D. José María Torroja Menéndez hizo, en 1991, un estudio crítico de ese trabajo de Ulloa en el que comentaba como este había recurrido a la existencia de una atmósfera lunar para explicar la luminosidad que había observado durante el eclipse; la misma luminosidad que ya había sido observada por Plutarco el año 98 y por Kepler en 1567. Añadiendo después que el anillo de color rojo vivo que observó Ulloa no era sino la cromosfera y las protuberancias solares, observadas ya setenta años antes en Berna por el capitán Stannyan con ocasión del eclipse de 1706 y por Darquier en el eclipse de abril de 1764, como indicó el propio Ulloa. En una advertencia previa la Memoria, apuntaba el autor: «Esta observación la comuniqué a la Academia Real de las Ciencias de París, a la Real Sociedad de Londres y a las Academias de Ciencias y Bellas Letras de Berlín y de Stocholmo, por tener la distinción de ser Socio de ellas». Fue así como se publicó de nuevo otro artículo astronómico de Ulloa en las *Philosophical Transactions* (Vol 69. 1779, pp 105-119), con el título:

Observations on the Total (with Duration) and Annular Eclipse of the Sun, Taken on the 24th of June, 1778, on Board the Espagne, Being the Admiral's Ship of the Fleet of New Spain, in the Passage from the Azores towards Cape St. Vincent's. By Don Antonio Ulloa, F.R.S. Commander of the Said Squadron; Communicated by Samuel Horsley, LL.D. F. R. S.

La actividad cartográfica de Antonio de Ulloa discurrió, como la geodésica, ligada a la de Jorge Juan, impulsando el desarrollo de esa disciplina en España y en sus dominios americanos; al mismo tiempo que propiciaron las necesarias transformaciones en áreas afines. La experiencia adquirida durante la Misión geodésica fue determinante para su desarrollo profesional, pasando de jóvenes oficiales a científicos con unos conocimientos consolidados y con capacidad de gestión; contando en su haber con la fundación de algunas de las instituciones más prestigiosas de España en el siglo XVIII. La contribución cartográfica de ambos ilustra cumplidamente la Relación histórica, con planos originales, elaborados y finamente impresos, de Cartagena de Indias, Portobelo, Quito, Lima, Callao, Chiloé y Valparaíso, así como un mapa de las ruinas incas de Cañar (en el sur del Ecuador), cartas del Estrecho de Magallanes



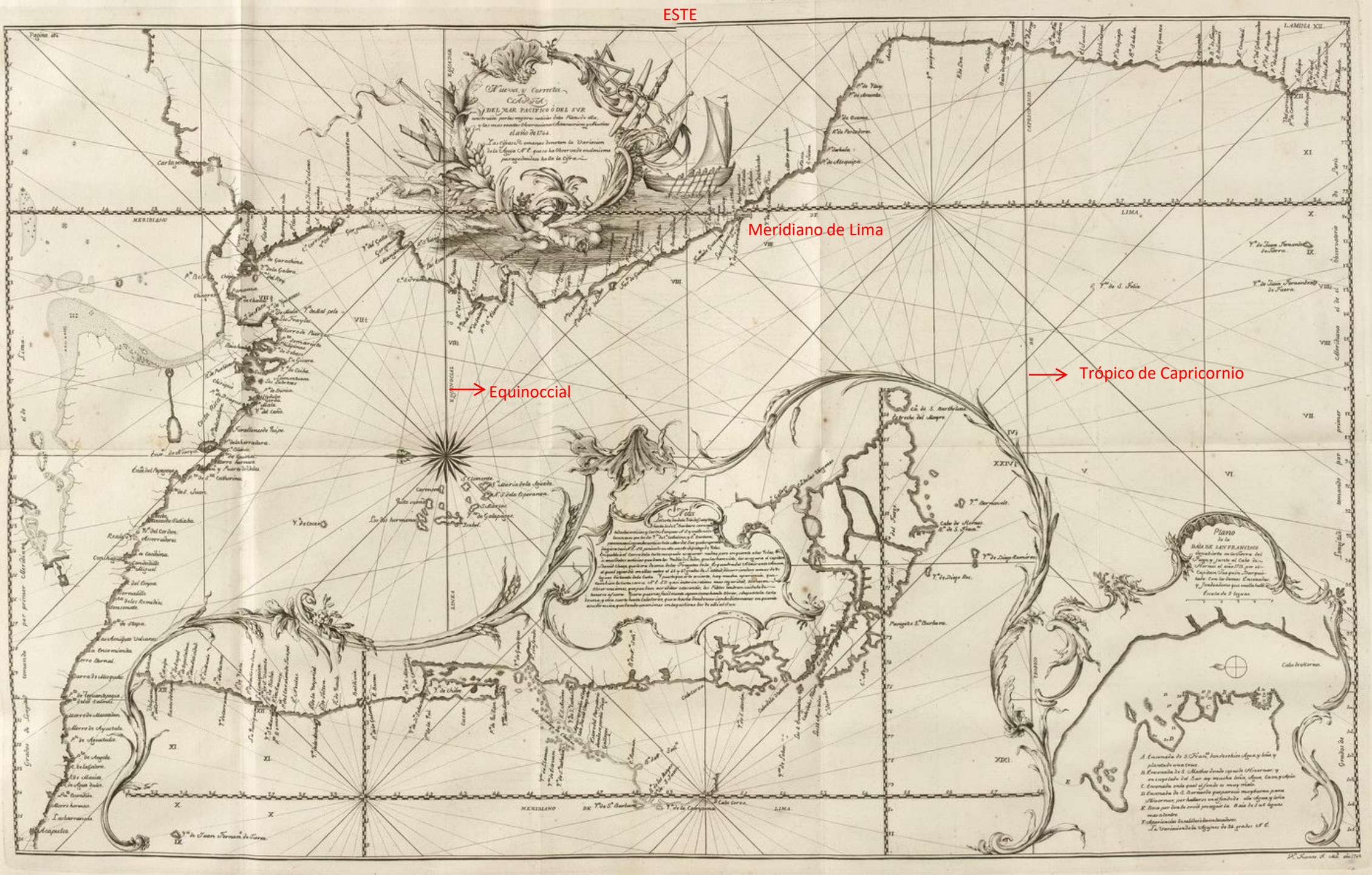
y de Tierra del Fuego, y una serie de planos que mostraban los vértices geodésicos de triangulación localizados, en el Virreinato del Perú, para determinar la figura y dimensiones de la Tierra. También puede considerarse, en cierto sentido, cartográfica la obra de ambos: *Disertación histórica y geográfica sobre el meridiano de demarcación entre los dominios de España y Portugal* (1749), un informe riguroso que exponía la posición oficial española sobre la disputa fronteriza que culminaría en el pomposo e ineficaz, Tratado de Madrid (1750). En él se concretan una serie de errores geográficos, cometidos por los portugueses, y como estos habían manipulado la historia del continente, traicionando principios políticos, ya probados; con el fin de reclamar una franja mucho mayor, de territorio sudamericano, de la permitida por el anterior Tratado de Tordesillas (1494). Aunque el relato no estaba ilustrado con mapas, demostraba, no obstante, la necesidad de utilizarlos junto a textos complementarios.

EL PUERTO DE CALLAO en el mar Pacífico o del Sur, cartela del plano levantado por Ulloa en 1743.

Todas las publicaciones conjuntas de J. Juan y A. de Ulloa mostraron los profundos conocimientos científicos, y del territorio, que habían adquirido en América, los cuales fueron aprovechados de inmediato por Zenón de Somodevilla y Bengoechea (marqués de la Ensenada). En efecto, los tuvo en

La manzana nº 13 indica donde se hicieron las primeras observaciones de latitud y de oblicuidad de la eclíptica. En la nº 14 se efectuaron las segundas observaciones de latitud.

Plano escenográfico de la Ciudad de los Reyes o Lima, Capital de los Reinos del Perú…demostrada en la forma que tenía antes que se arruinara con los últimos terremotos.



Nueva y correcta Carta del Mar Pacífico o del Sur, construida por las mejores noticias de los Pilotos de ella y las más exactas Observaciones Astronómicas y Náuticas el año 1744. Las cifras romanas denotan la variación de la aguja NE que se ha observado en el mismo paraje donde se halla.

cuenta no solo para reforzar la Armada y modernizar los astilleros, sino también para mejorar la formación técnica y la renovación de la enseñanza científica y naval. Ensenada comprendió que la regeneración de España no sería posible sin el apoyo decidido a científicos y técnicos competentes, de ahí que se convirtiera en el principal mentor de los dos marinos. Fue tal la confianza que tenía en ellos, que en 1747 les encargó un informe crítico y reservado sobre la situación real de Hispanoamérica; y así lo hicieron, denunciando abusos de las autoridades indianas y de los eclesiásticos. El marqués dispuso que el informe fuese secreto, ya que podía suponer un riesgo para España si llegara a ser conocido por sus enemigos. Sin embargo, lo hizo público el periodista inglés David Barry en el año 1826, contribuyendo a la leyenda negra y alimentando las ansias independentistas; pues añadió modificaciones que adulteraron sustancialmente el texto original. Otra muestra de la confianza de Ensenada fue el hecho de que se comisionara a los dos sabios para que recabasen información confidencial por Europa. Atendiendo a lo dispuesto en la Instrucción reservada del 28 de junio de 1749, A. de Ulloa se trasladó a Francia con el encargo de que cuando llegase a París, además de las misiones de gobierno, visitara la Academia de Ciencias,

Retrato del marqués de la Ensenada, por Jacopo Amigoni (ca. 1750). Museo del Prado.

«informándose de los adelantamientos matemáticos e intentando detener la impresión de algunos planos peligrosos para la corona española. Terminado su servicio en Francia, se le propone un largo itinerario a Flandes y Holanda, prolongado con un increíble viaje a Prusia, Dinamarca, Suecia e incluso Rusia. Luego, tras el periplo, sólo parcialmente realizado, debe volver a Londres y esperar reales órdenes»*.

El Barco Antonio de Ulloa en el Canal de Castilla. Ulloa estuvo directamente implicado en su proyecto y construcción, influido sobre todo por el canal francés de Langedoc (el cual une el río Garona con el Mar mediterráneo).

Cuando Ulloa regresó a España, emprendió una serie de proyectos, con la intención de modernizar sus infraestructuras: Canal de Castilla, Minas de azogue en Almadén, Laboratorio Metalúrgico, así como el de la Casa de Geografía y Gabinete de Historia Natural. En relación con ese último, en el año 1752, le propuso al Rey la creación de una Academia de Geografía, cuyo principal objetivo sería la formación de un Mapa de España y la formación de geógrafos. «Para atender las necesidades de la Casa de la Geografía y Gabinete de Historia Natural se contrataron profesionales tanto españoles como extranjeros. Entre los españoles se encontraban: José Solano, guardiamarina que había ido con Jorge Juan en su viaje a Londres en 1749; Salvador Medina, guardiamarina que había acompañado al propio Ulloa en su viaje por Europa; Juan Pedro Saura, experto en minas e historia natural; Eugenio Reygosa, administrador y asistente de Ulloa y encargado de las experiencias de vinos extranjeros de Castilla la Vieja y Jerónimo la Puente, asistente de Reygosa. Los técnicos extranjeros contratados fueron Agustín de La Planche, francés, químico y

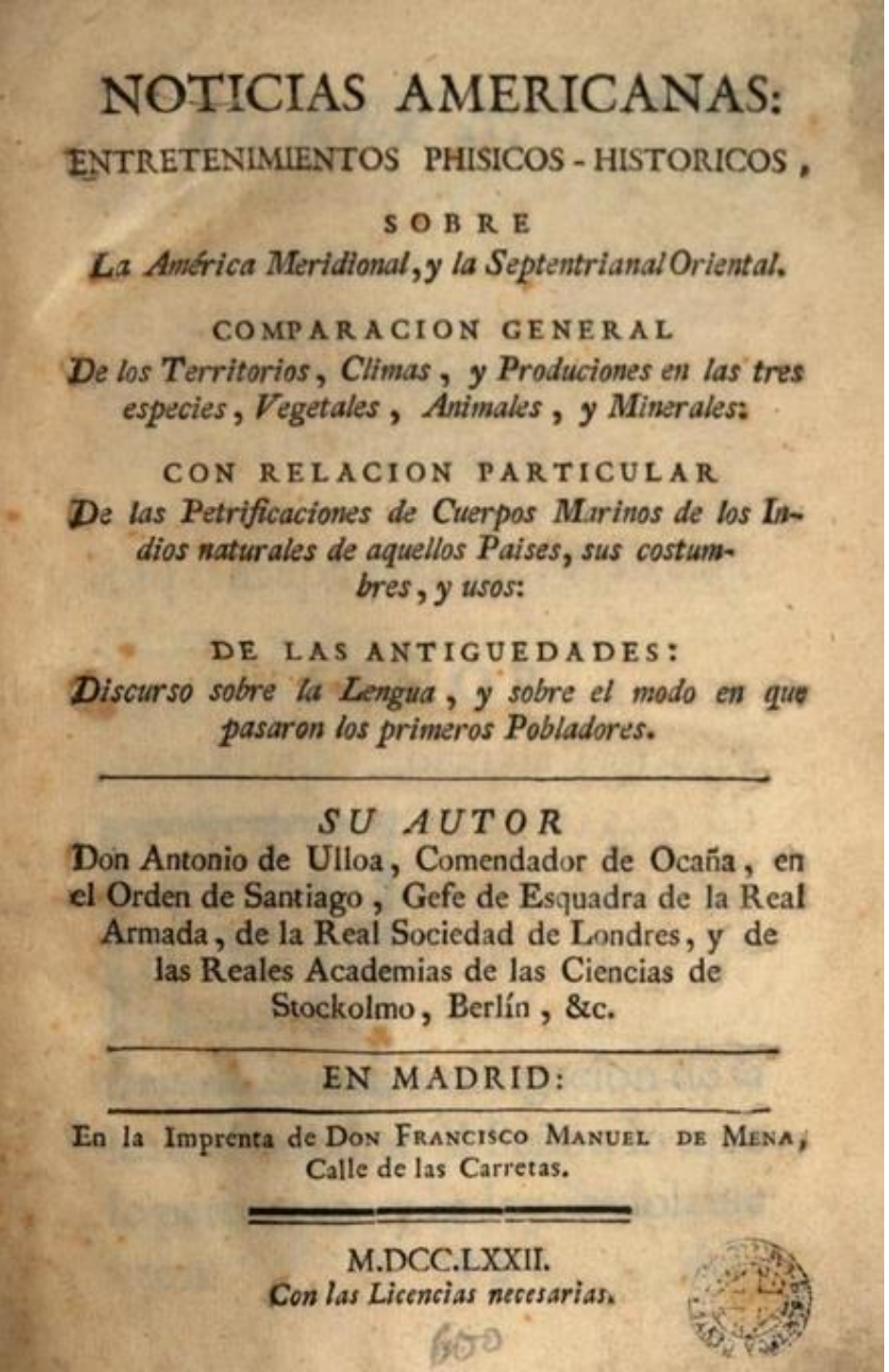
*A. Lafuente y J. L. Peset: *Política científica y espionaje industrial en los viajes de Jorge Juan y Antonio de Ulloa (1748-1751). Mélanges* de la Casa de Velázquez (1981)

encargado del análisis de minerales; Andrés Keterlin y su hijo Juan, alemanes, especialistas en siderurgia, con el objetivo de dedicarse a las fundiciones y Guillermo Bowles, irlandés, geógrafo, prospector minero y naturalista»*. La caída en desgracia de Ensenada trajo consigo la dimisión de Ulloa en el año 1754 y el reparto de sus fondos a diferentes instituciones. Trasladado a Cádiz, en 1755, se centró, junto a J. Juan y a L. Godin, en las tareas docentes propias de la Academia de Guardias Marinas y en las astronómicas de Observatorio. Allí percibió y describió el maremoto del 1 de noviembre, que asoló Cádiz, tal como se indica en el epílogo de la presente reseña.

Tres años después, Ulloa regresó a América, al haber sido nombrado gobernador de Huancavelica y superintendente de sus minas de azogue, ejerciendo como tal hasta 1764. A raíz de que España perdiese Florida y le fuera cedida Luisiana, por el Tratado de París (1763), el rey Carlos III le hizo gobernador de esta última, cargo que desempeñó durante el periodo comprendido entre 1766 y 1768; hasta que tuvo que refugiarse en la Habana, obligado por una revuelta. Cuando en

*Soraya Peña de Camús Sáez: *Don Antonio de Ulloa y la Ciencia Española. La Real Casa de la Geografía y Gabinete de Historia Natural, predecesores del Museo Nacional de Ciencias Naturales.*(2017).

Edificio de la calle Magdalena esquina con la de Lavapiés en el que tenía su sede la Real Casa de Geografía de la Corte y Gabinete de Historia Natural.



NOTICIAS AMERICANAS:

ENTRETENIMIENTOS PHISICOS - HISTORICOS,

SOBRE

La América Meridional, y la Septentrianal Oriental.

COMPARACION GENERAL

De los Territorios, Climas, y Produciones en las tres especies, Vegetales, Animales, y Minerales:

CON RELACION PARTICULAR

De las Petrificaciones de Cuerpos Marinos de los Indios naturales de aquellos Paises, sus costumbres, y usos:

DE LAS ANTIGUEDADES:

Discurso sobre la Lengua, y sobre el modo en que pasaron los primeros Pobladores.

SU AUTOR

Don Antonio de Ulloa, Comendador de Ocaña, en el Orden de Santiago, Gefe de Esquadra de la Real Armada, de la Real Sociedad de Londres, y de las Reales Academias de las Ciencias de Stockolmo, Berlín, &c.

EN MADRID:

En la Imprenta de Don Francisco Manuel de Mena, Calle de las Carretas.

M.DCC.LXXII.

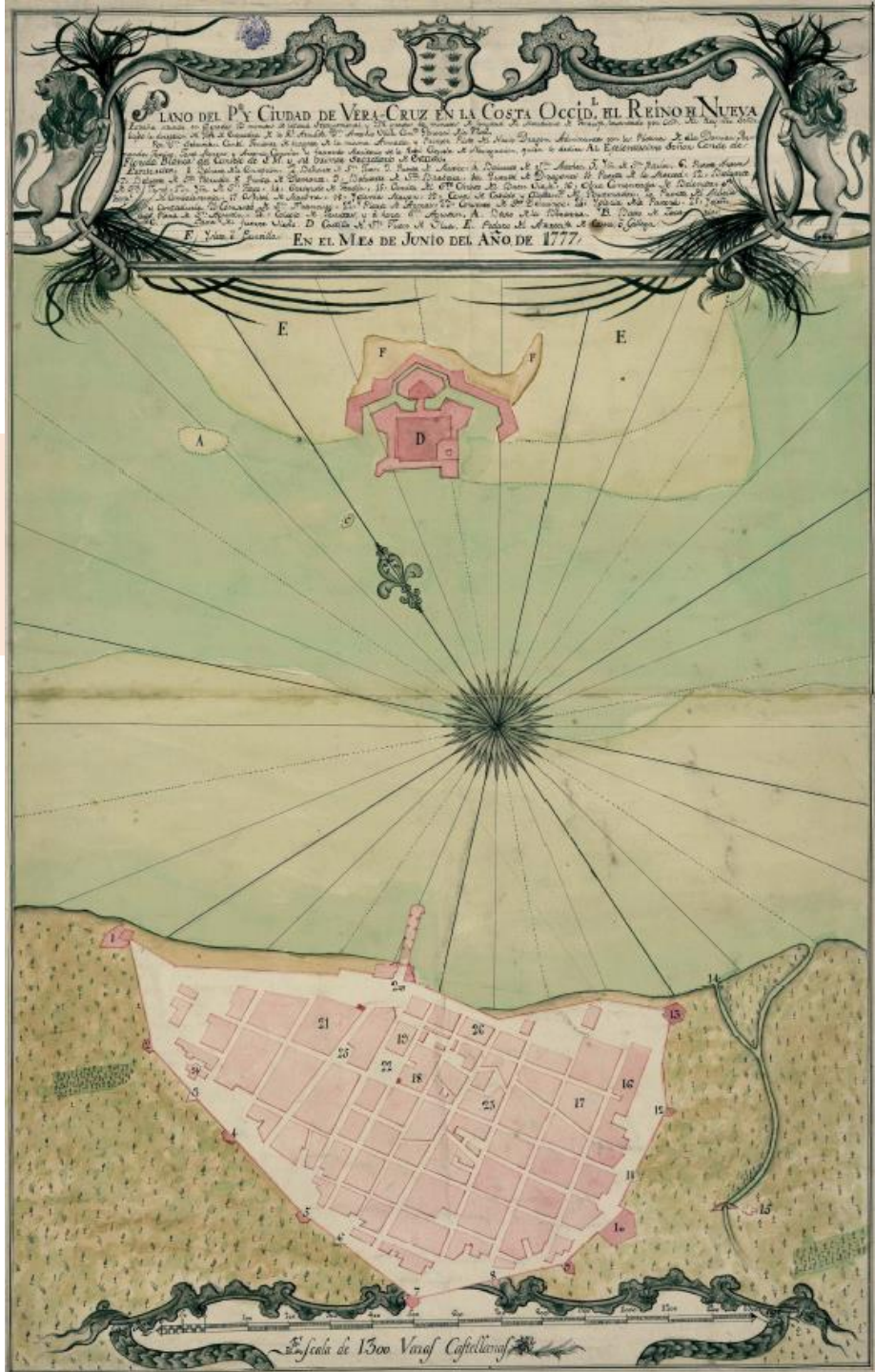
Con las Licencias necesarias.

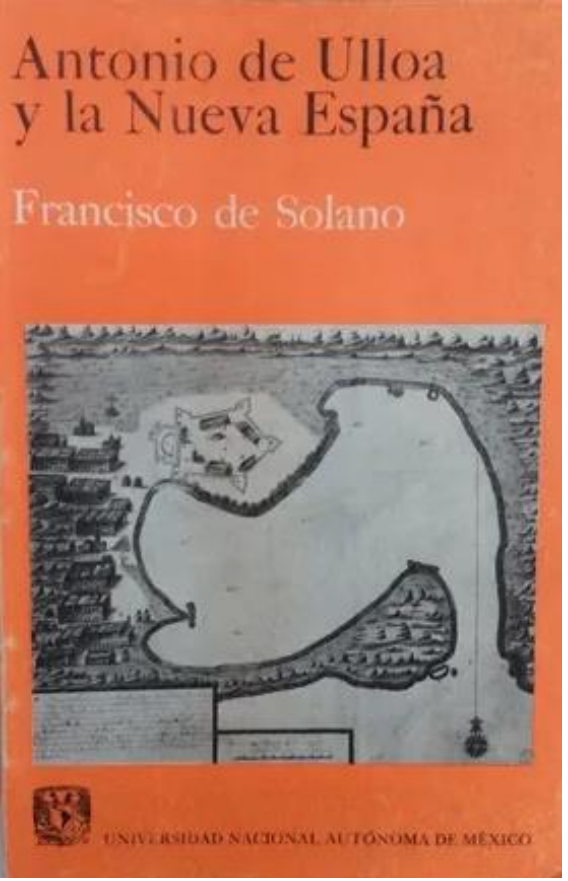
el año 1769 volvió a Cádiz, ascendió a Jefe de Escuadra y se reincorporó a su puesto de profesor en la citada Academia, impartiendo clases entre 1770 y 1776. Al haber comprobado la desinformación geopolítica imperante, optó Ulloa por escribir dos nuevas obras, a saber: *Noticias Americanas, entretenimientos phisico-históricos* (1772) y *La Marina. Fuerzas navales de la Europa y costas de Berbería* (1773). En la introducción de la primera comentó que «está dividida en *Entretenimientos*, cuyo titulo se les ha dado por interesar la curiosidad,…siendo regular esto en los asuntos que tratan de materias de Física, y de la Historia de los Pueblos, las quales se hacen gratas á los Lectores por las luces que les ministran de las cosas poco conocidas». Ulloa prestó especial atención a la geografía física y a la geología, comentando a propósito de esta última: «Los fósiles y petrificaciones Marinas son el conocimiento demostrativo de los acaecimientos del mundo,…Estos monumentos llenan de confusión la incredulidad, siendo bastante motivo para que merezcan en todos tiempos la mayor aceptación, y el aprecio de los hombres sabios». La segunda obra no llegó a publicarse por considerarla materia reservada, conservándose su manuscrito en el Archivo de Simancas; en ella no solo se documentó el estado de las fuerzas navales europeas y norteafricanas, sino que evidenció una concepción ilustrada del conocimiento científico como instrumento de análisis,

comparación y mejora del poder marítimo; su valor reside tanto en la información que aporta como en el método racional y empírico que emplea, lo que la convierte en un testimonio clave del pensamiento científico-naval del siglo XVIII. Coincidiendo con la presentación de ese último informe, se iniciaron en Sevilla, bajo la dirección de Ulloa, las obras necesarias para evitar los daños causados por las avenidas del Guadalquivir.

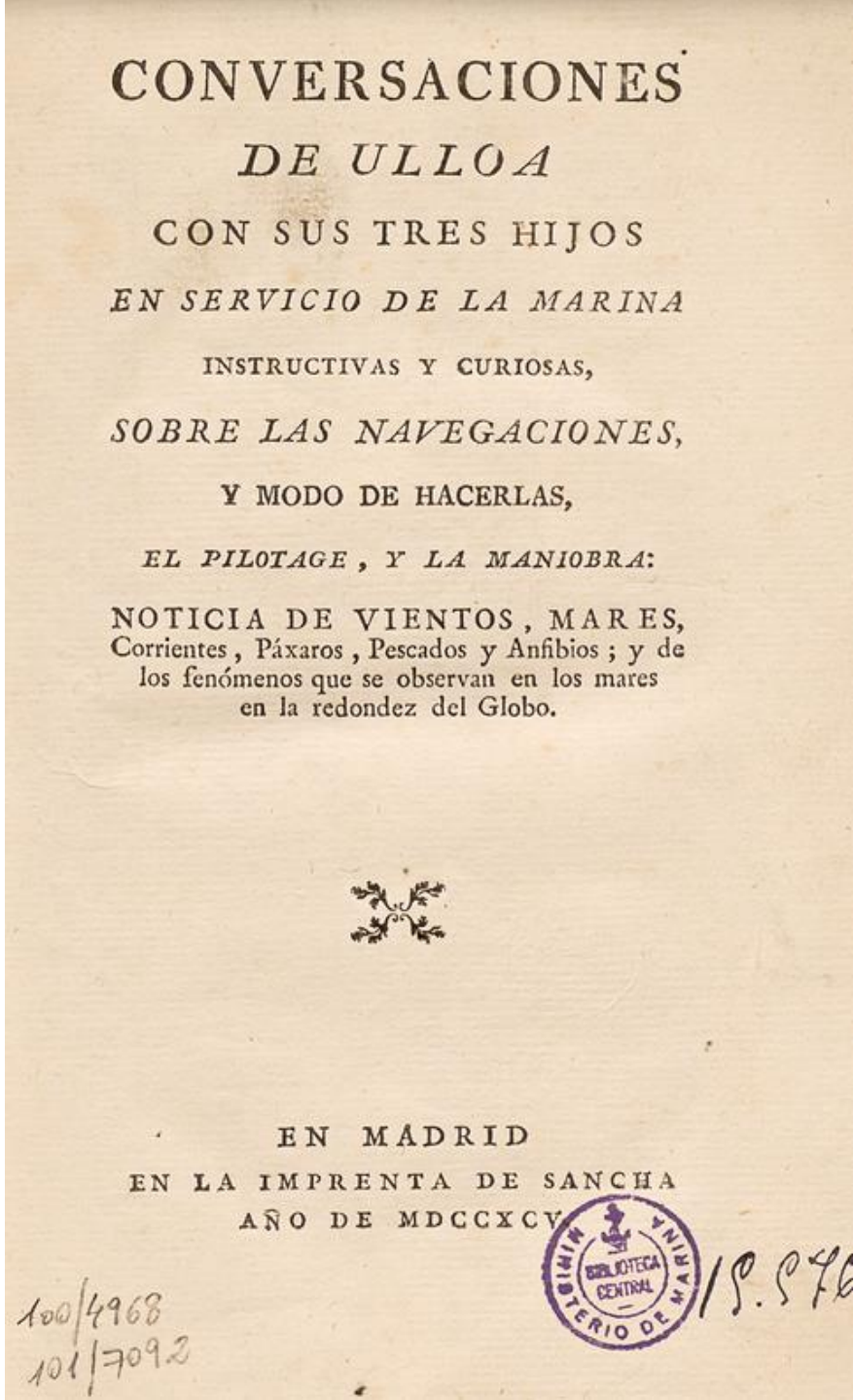
PLANO DEL PTO. Y CIUDAD DE VERA-CRUZ EN LA COSTA OCCIDL. DEL REINO DE NUEVA ESPAÑA: situada en 19 grados 13 minutos de latitud Septentrional, y 278 grados 40 minutos de longitud del Meridiano de Tenerife / levantado por Odn. del Rey nro. Señor baxo la direccion del Gefe de Esquadra de la Rl. Armada Dn. Antonio Ulloa Comte. General de la Flota ; Por Dn. Sebastián Canel Teniente de fragata de la misma Armada y Primer Piloto del Navio Dragon Admiranta con los Pilotines de ella Damian Fernandez Texeiro, Josef Moreno, y Antonio Cánovas y faxardo Meritorio de la Real Escuela de Navegacion, quien lo dedica Al Exelentissimo Señor Conde de Florida Blanca del Consejo de S.M. y su primer Secretario de Estado. En el mes de junio del año de 1777.

En el año 1776 fue puesto al mando de la flota de la Nueva España. En Méjico permaneció dos años, recopilando información tendente a preparar, luego de su regreso a Cádiz en 1778, una nueva Memoria: *Descripción Geográfico-Física de una parte de la Nueva España*. Durante esa última travesía fue cuando observó y analizó el eclipse de Sol, ya referido en su momento. Dicha Memoria permaneció inédita doscientos años, hasta que la Universidad Nacional Autónoma de Méjico publicó, en 1979, el estudio crítico realizado por el historiador y americanista jerezano Francisco de Solano y Pérez-Lila, con el título: *Antonio de Ulloa y la Nueva España, con dos apéndices, Descripción geográfico-fisica de una parte de a Nueva España de Antonio de Ulloa y su correspondencia*





privada con el Virrey Don Antonio María de Bucarelli. El autor analizó los documentos de Ulloa no solo como testimonios históricos, sino como producto de una cultura científica específica, estudiando el lenguaje técnico, los métodos de observación y las limitaciones impuestas por el instrumental empleado. Especialmente interesante fueron los comentarios referidos a las observaciones de Ulloa, sobre la geografía, minería, clima y sociedad de aquellos territorios; poniendo de relieve la dimensión política del conocimiento. El éxito logrado por Ulloa al frente de la flota no fue baldío, puesto que fue ascendido a Teniente General. Los últimos años de actividad profesional los pasó en Cádiz, donde continuó escribiendo; sobresaliendo el volumen *Conversaciones de Ulloa con sus tres hijos, en servicio de la Marina, instructivas y curiosas*, publicado a título póstumo en el año 1795. El contenido de la obra combina instrucción técnica, reflexión moral y divulgación científica. Ulloa no se limita a explicar cuestiones náuticas o militares, sino que aborda temas como la disciplina, el honor, la obediencia, la responsabilidad y el amor al servicio público. De este modo, la Marina aparece no solo como una


CONVERSACIONES
DE ULLOA
CON SUS TRES HIJOS
EN SERVICIO DE LA MARINA
INSTRUCTIVAS Y CURIOSAS,
SOBRE LAS NAVEGACIONES,
Y MODO DE HACERLAS,
EL PILOTAGE, Y LA MANIOBRA:
NOTICIA DE VIENTOS, MARES, Corrientes, Páxaros, Pescados y Anfibios; y de los fenómenos que se observan en los mares en la redondez del Globo.
EN MADRID
EN LA IMPRENTA DE SANCHA
AÑO DE MDCCXCV
BIBLIOTECA CENTRAL MINISTERIO DE MARINA
100/4968
101/7092

institución militar, sino como una escuela de virtudes cívicas. Uno de los aspectos más relevantes del texto es su carácter práctico. La experiencia personal del autor se refleja en consejos basados en la observación directa y en la vida real, lo que refuerza la credibilidad del discurso. Además, la obra transmite el espíritu reformista de la Ilustración española, defendiendo la necesidad de modernizar la enseñanza naval y de formar oficiales cultos, científicos y moralmente correctos. Desde el punto de vista literario, el estilo es claro, sobrio y funcional, acorde con la finalidad instructiva del texto. No busca el artificio retórico, sino la eficacia comunicativa. El formato dialogado

favorece la cercanía con el lector y convierte el aprendizaje en un proceso dinámico. El resumen dedicado a Ulloa por Historia Hispánica (Real Academia de la Historia), señala que «La fama del ilustre marino, afanosamente perseguida y merecidamente conseguida, fue reconocida por numerosas sociedades y academias españolas y extranjeras: Reales Sociedades de Amigos del País de Vascongadas y Sevilla, Real Sociedad de Londres, Academias de Bellas Artes de Madrid, de Ciencias de París, Estocolmo y Berlín, e Instituto de Bolonia. Fue también Antonio de Ulloa comendador de Ocaña en la Orden de Santiago. En su retiro gaditano escribió sobre el metal platino, el precioso metal que él fue el primero en traer a España en 1748 ».

Epílogo: Antonio de Ulloa sismólogo

Cuando Ulloa escribió el tercer tomo de su Relación histórica, incluyó una verdadera lección de sismología, coincidente con el capítulo séptimo del libro primero, con el título: *Plagas, a que está sujeta la Ciudad de Lima, con particularidad la de los Terremotos, y Enfermedades, que allí padece la Naturaleza* (Pp.101-120). Después de referir en el primero de sus puntos a la plaga de insectos, continuó así: «A las plagas de los Insectos sigue el riesgo de los Terremotos; siendo tal la propensión de aquel País à ellos, que sus Habitadores viven con el continuo sobresalto de sus estragos, sucediendo tan repentinos, y continuos, que el estremecimiento, con que la Tierra se mueve, sorprende à las Gentes, quando menos lo esperan, y las llena de susto, y de temor con el justo recelo de ser sepultados en las ruinas de sus mismas Habitaciones. Este destrozo, y lastimoso suceso ha experimentado aquella Ciudad en repetidas ocasiones, y acaba de padecer últimamente con una entera desolación de sus Edificios, y Casas. No son siempre continuos los Terremotos allí, porque hay ocasiones, en que se repiten con mas frecuencia, que en otras. Ni causan siempre igual estremecimiento, ó de igual duracion; pues en todo ello hay variedad: pero nunca se suspenden por tanto tiempo, que den lugar à que se tranquilice el animo; antes bien lo ponen en mayor cuidado, quando ha dexado de haverlos por algunos dias, temiéndose la mayor fuerza, y duracion del primero, que debe sobrevenir». Ulloa tuvo incluso la buena idea de hacer un listado con los más relevantes que notó a lo largo del año 1742, especificando en cada caso la hora en que comenzaron: «En el Año de 1742. tuve la curiosidad por un cierto tiempo de anotar la hora

Imagen con que concluyó Ulloa su lección

de los que entonces se experimentaron, y fueron en esta forma: I. el dia 9. de Mayo à las 9¾. de la Mañana. II. el 19. del mismo à las 12. de la Noche. III. el 27. à las 5. horas 35. min. de la Tarde. IV. el 12. de Junio à las 5¾. de la Mañana. V. el 14. de Octubre à las 9. de la Noche, hasta cuyo tiempo puse cuidado en apuntarlos. Pero es de advertir, que estos fueron aquellos, en que las concusiones duraron cerca de un minuto; y con particularidad en el de el 27. de Mayo, que permanecieron quasi dos, empezando primero uno grande, y continuando despues varios pequeños estremecimientos, hasta que del todo cessaron: porque en los tiempos intermedios, de los que quedan anotados se experimentaron otros, que siendo menores, no se hicieron tan sensibles».

Lima a comienzos del siglo XX. Plazuela de los Desamparados y Puente de Piedra. La plazuela debe su nombre a que en ella se refugiaron los limeños cuando ocurrió el terremoto catastrófico del año 1746

También prestó especial atención a la observación de los fenómenos premonitorios, como el ruido o el anómalo comportamiento de los animales; señalando en el primer caso que se deja sentir como cosa de un minuto antes de que se experimenten las sacudidas. En cuánto a los animales, comentaba que los perros eran los primeros en notarlos, ladrando con desaforados aullidos, y que «las Bestias, que andan por las calles, se paran, y con natural instinto se abren de piernas precabiendose así contra los movimientos para no caer». Ulloa comentó con todo lujo de detalles el temor de las gentes y como salían despavoridos a las calles, «y si es de noche a tiempo que ya estaban

Alegoría del elemento Tierra, con San Alexis, protector contra los terremotos. Johann Wolfgang Baumgartner (1750).

entregadas al descanso, es regular salir desnudos, no dando al temor, y la prisa lugar tal vez para que tomen la ropa…todo se convierte en confusión; la cual dura largo rato después que haya fenecido el Terremoto, porque con el recelo de que se repita, no hay quien se atreva a recogerse en las Casas, habiendo experimentado muchas veces, que el estrago, que no se causó con los primeros estremecimientos, sucede con los que se les siguen, desmoronando estos lo que aquellos empezaron a desquiciar». Acto seguido hizo una curiosa reflexión acerca de la posible relación entre los terremotos y las mareas, concluyendo que «…a que sucedieron los terremotos, que quedan apuntados, que con indiferencia sobrevenían, o bien cuando la Marea se hallaba a la mitad de su Menguante, o estando a media Creciente, y nunca en la Pleamar perfectamente, ni en la total Menguante: contrario a lo que algunos pretenden establecer, de que hayan de experimentarse en las seis horas del Reflujo, o Bajamar, y no en las otras seis del Flujo, o Creciente, para que así convengan con el Sistema, que han formado de su origen, y causas: el cual, a mi sentir, no corresponde tan perfectamente a lo que se observa en este particular, que se haga acreedor a la mayor aceptación».

Asimismo, es reseñable la aproximación de Ulloa a la sismicidad histórica de Perú, recordando en primer lugar el terremoto de 1582, por haber arruinado la ciudad de Arequipa. Siguió después con un listado cronológico, indicando los temblores ocurridos en los años 1586 (9 de julio), 1609, 1630 (27 de noviembre), 1655 (13 de noviembre), 1678 (17 de junio), 1687 (20 de octubre), 1697 (29 de septiembre), 1699 (14 de julio), 1716 (6 de febrero) 1725 (8 de enero) y 1732 (2 de diciembre). El más relevante fue el del año 1687, a tenor de los detalles proporcionados por Ulloa: comenzó a

El Señor de los Milagros de Nazarenas de Lima, Tanto en el terremoto de 1655 como en el de 1687, se derrumbó la capilla en que se encontraba, sin que resultara afectada la pared en que se había pintado. La imagen también representa a la Trinidad, pues encima del Crucificado, figura el Espíritu Santo y más arriba Dios Padre, con un globo tripartito y cruciforme.

las 4 de la mañana, «y con él la ruina de muchos edificios y casas, en que pereció crecido número de gente, pero su estrago solo fue aviso del que había de suceder…pues repitiéndose el estremecimiento de la tierra con remezones, que aterrorizaban, a las 6 de la mañana se vencieron a su impulso las que habían resistido al esfuerzo de los primeros vaivenes, y se vieron reducidas a ruinas…En este segundo estremecimiento se retiró el Mar sensiblemente de sus márgenes, y queriendo volver a ocuparlas con Montes de Agua, excedió tanto de ella, que inundando el Callao, y otras Playas, sepultó las gentes que halló en ellas». Ulloa citó otros sismos que habían ocurrido en 1690, 1734 y 1743, aunque no

fueron de la entidad de los anteriores, «y ninguno de todos tan horrible, como el que experimentó últimamente, y es el que sigue». Se refería el marino al que tuvo lugar el 28 de octubre de 1746, el más catastrófico de los ocurridos en Perú, del que se tienen noticias. Ha de recordarse que para entonces Ulloa ya había llegado a España (en julio de ese mismo año), de manera que la información sobre ese terremoto se la debieron enviar desde Lima, posiblemente lo haría el propio Virrey José Antonio Manzo de Velasco.

Retrato oficial del Conde de Superunda como Virrey del Perú con la inscripción que dice: «El Excelentísimo Señor Don José Antonio Manzo de Velasco, Conde de Superunda, Caballero de la Orden de Santiago, Teniente General de los Reales Ejércitos de Su Majestad, Gentilhombre de Cámara con entrada y de su Real Consejo, Virrey Gobernador y Capitán General de los Reinos del Perú, Vice Patrono Real que Reedificó la Santa Iglesia Catedral Metropolitana de Lima, Primada de las Indias Occidentales, arruinada en el terremoto del 28 de Octubre del Año 1746». Fue pintado por Cristóbal Lozano en el año 1758

En todo caso, debió ser pormenorizada, habida cuenta de los comentarios efectuados por tan ilustre cronista: «…a las diez y media de la Noche, cinco horas, y tres quartos antes del Plenilunio empezaron los estremecimientos de la Tierra, y fueron estos tan violentos, que en poco mas de tres minutos quedaron hechos destrozo de su furor quasi todos, o la mayor parte de los Edificios grandes, y pequeños, que contenia aquella Ciudad, y sepultadas en sus ruinas las Gentes de su Vecindario, que menos presurosas en la diligencia de buscar seguridad a sus Vidas con el asylo de las Calles, y Plazas, fueron, o mas perezosas, o mas tardas en dexar el abrigo de las Casas; y en huir la inmediacion de las Obras, cuya grandeza hecha trofeo de los estremecimientos acrecentaba el estrago. Terminose el horroroso efecto de

este primer Temblor, y dexò la Tierra de moverse; pero su tranquilidad fue de tan corta duracion, que repitiendose las concusiones con frequencia, contaron sus Moradores segun avisos de una Relacion particular cerca de doscientas en las primeras 24. horas; y hasta el dia 24. de Febrero del siguiente año de 1747. que era la fecha de la noticia, se havian numerado 451. movimientos, entre los quales, algunos fueron, si no de tanta duracion como el primero, de no inferior esfuerzo en el estremecimiento».

A la descripción anterior le siguió otra, no menos interesante, del maremoto consiguiente, que destruyó el Puerto de Callao: «El Presidio, ò Plaza del Callao experimentò asimismo igual ruina à la misma hora; pero con ser tan grande la que el Terremoto causò en sus Casas, y Edificios, fue muy pequeña respecto de la que havia de padecer; pues retirandose el Mar, como en semejantes ocasiones se ha experimentado, considerable distancia, volvió hinchada formando de sus

Detalle de la catedral de Lima, destruida por el terremoto de 1746

Ciudad del Callao antes del Terremoto de 1746

IGLESIAS

A Iglesia Parroquial
B Sn Agustin
C Los Jesuitas
D Sto Domingo
E Sn Francisco
F Sn Juan de Dios
G La Merced

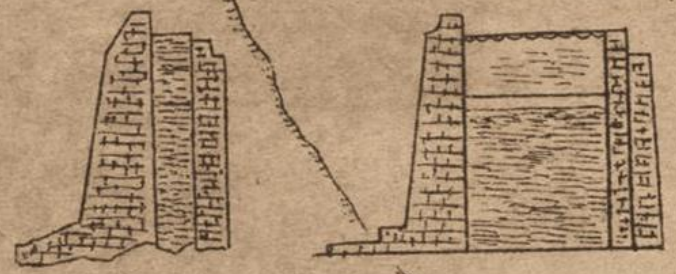
Plazas y sitios notables

H Casa de Gobierno
I Cuerpo de Guardia
L Puerta de Tierra
M Puerta de la Mar
N Administracion
O Fondeaderos
P Muelle
Brecha de Braveza

BALUARTES

1 Sn Miguel
2 Sn Ignacio
3 La Sta Cruz
4 Sta Catalina
5 Santiago
6 Sn Juan Bautista
7 Sto Domingo
8 Sn Felipe
9 Sn Luis
10 Sn Lorenzo
11 Sn Francisco
12 Sn Pedro
13 Sn. Antonio

Perfil de las cortinas y baluarte



Camino de Lima

CORDONES

Pitipiti nuevo

Pitipiti viejo

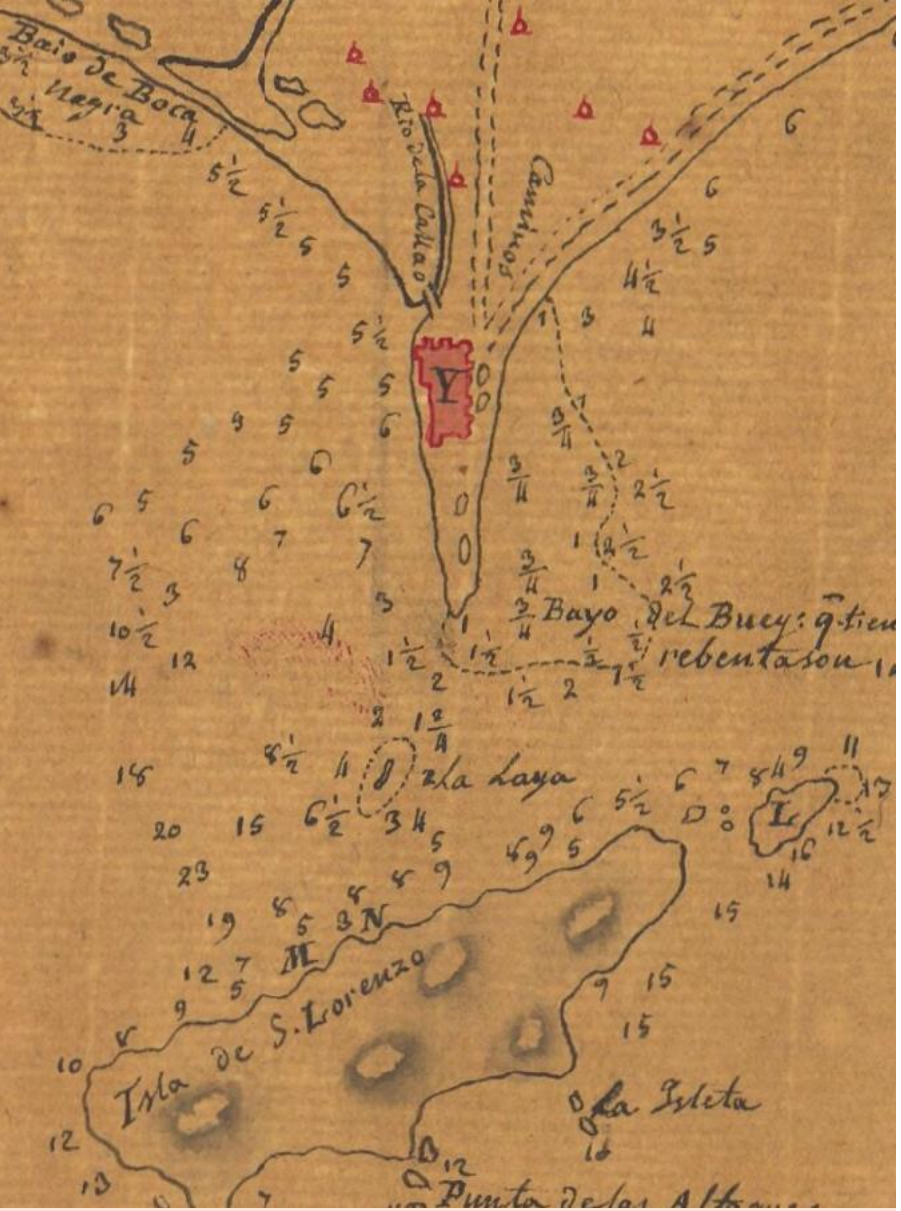
Aguada.

B A H I A D E L C A L L A O

50 100 200 300

Escala de 300 toesas.

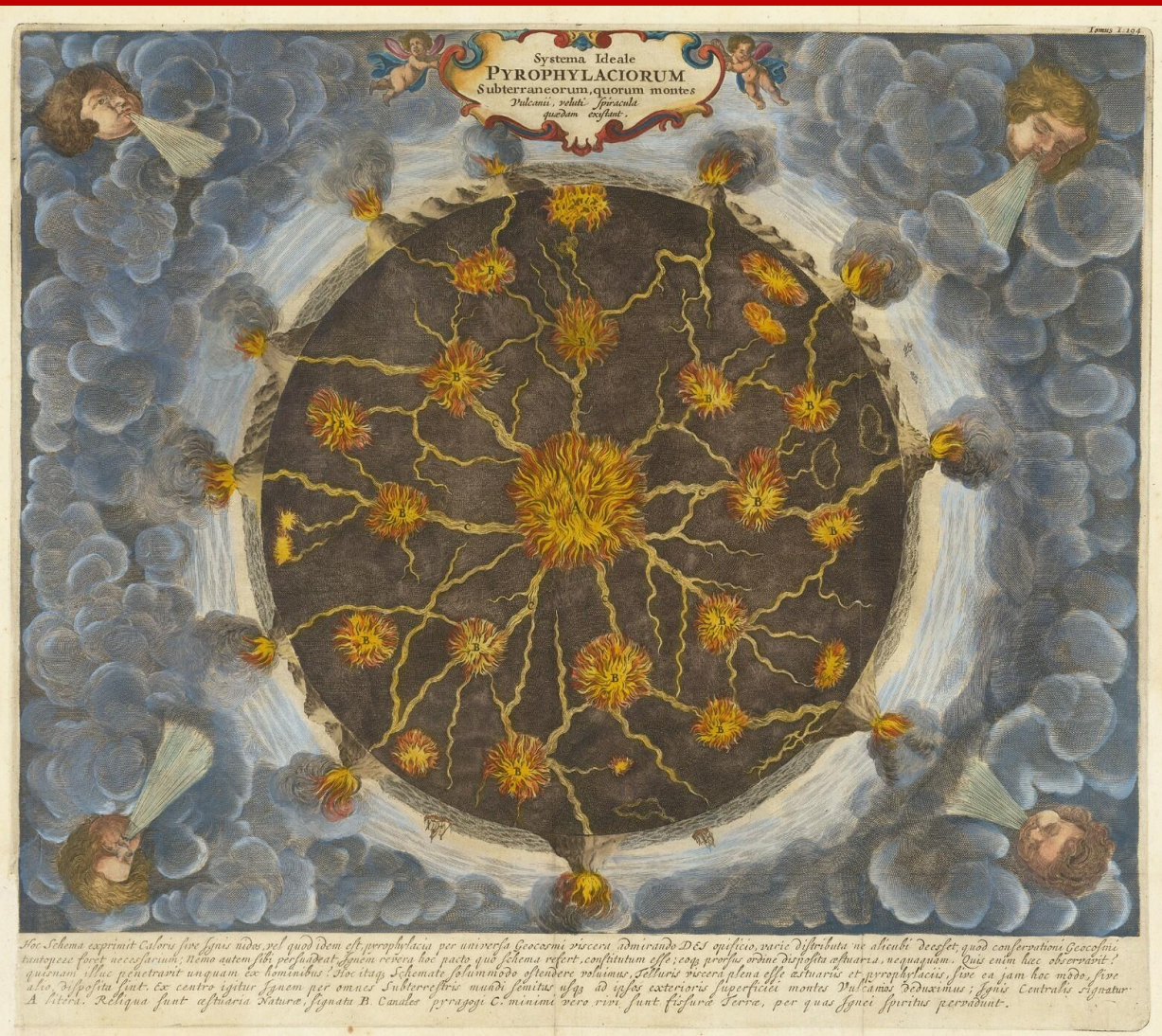
Lit Nacional - Badiola y Cª LIMA

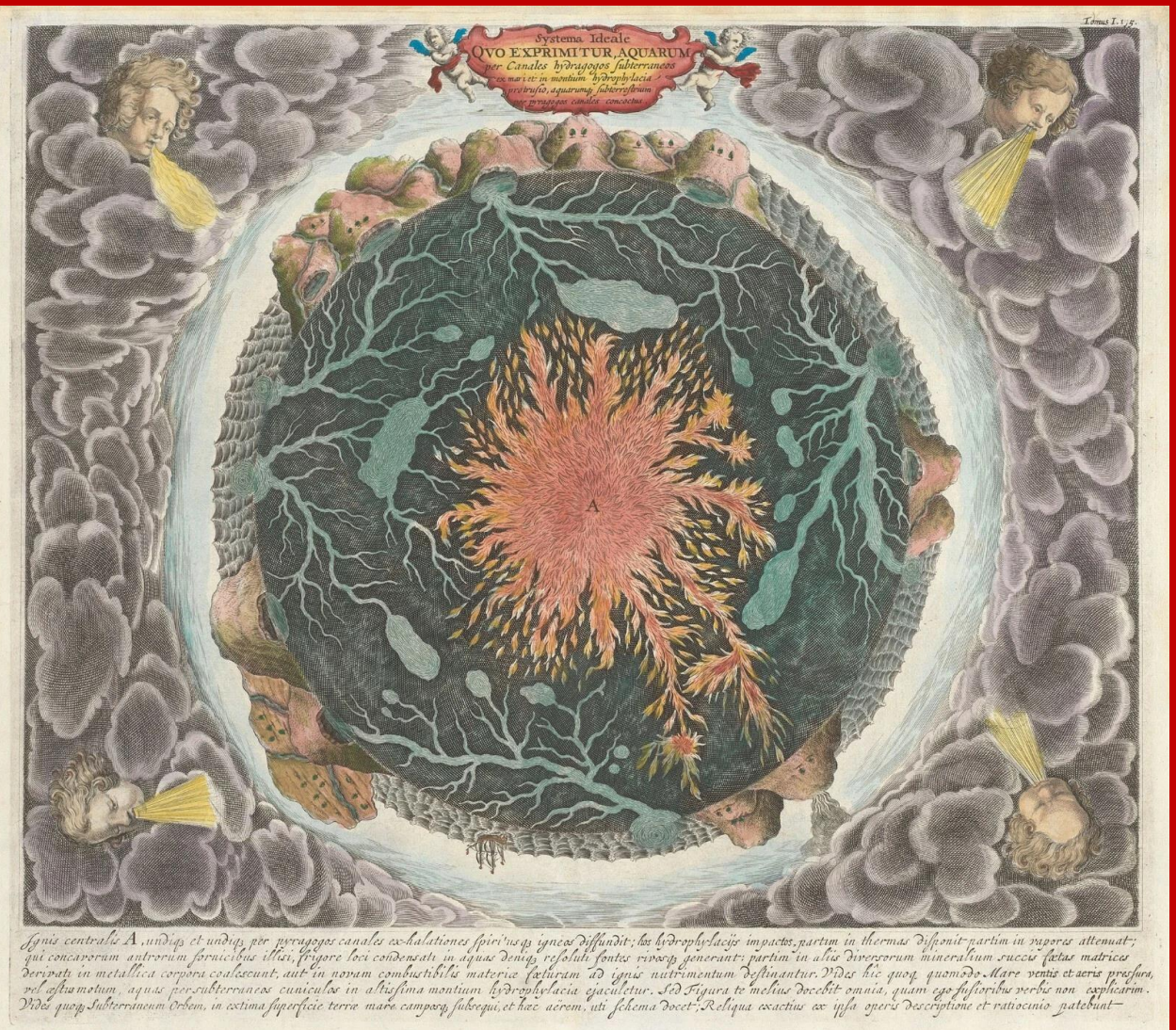


Plano del Puerto del Callao y de la Isla de San Lorenzo, con el enclave urbano (Y). Fue levantado por Antonio de Ulloa en 1743. Las sondas están expresadas en brazas.

embravecidas olas montes de espumas, y con ellos transformò en Pielago lo que antes era Callao, y Tierra firme: repitiò con desproporcionado reflujo el retirarse, y cobrando nueva furia sus olas, se acrecentò la inundacion, sobrepujando las Aguas à las Murallas, y otros Edificios altos de aquella Plaza; cuya Fortaleza havia resistido al ímpetu de la primera; pero cediò enteramente à la violencia del segundo de suerte que solo quedò para memoria triste del suceso un pedazo de Muralla del Fuerte, ò Baluarte de Santa Cruz en la que hacia la circunferencia de la Plaza. De las Embarcaciones, que en la sazon estaban fondeadas en aquel Puerto; y entre grandes, y pequeñas se contaban 23, las 19. quedaron sumergidas, y las quatro restantes, entre las quales fue una la Fragata de Guerra nombrada San Fermin, siendo llevadas de la fuerza de las Aguas, quedaron varadas en Tierra, y en parage bien distante de la Playa». Ulloa añadió que unos días antes de que se produjera el terremoto, se habían oído en Lima ruidos subterráneos, «unas veces como mugidos de Buey, y otras como tiros de Artillería, los cuales aún después de él se dejaban oír cuando con el silencio de la noche no había otro ruido, que lo interrumpiera: señales evidentes de no haberse extinguido enteramente la materia inflamable, y de no haber cesado la causa de los movimientos». Habiendo mencionado la causa, es normal que Ulloa tratase de explicar el origen de los terremotos, basándose en teoría ventosa de Aristóteles y en las variantes introducidas por el jesuita A. Kircher. He aquí la explicación dada: «Varias son las que han dado los Philosophos; y

MUNDUS SUBTERRANEUS de A. Kircher

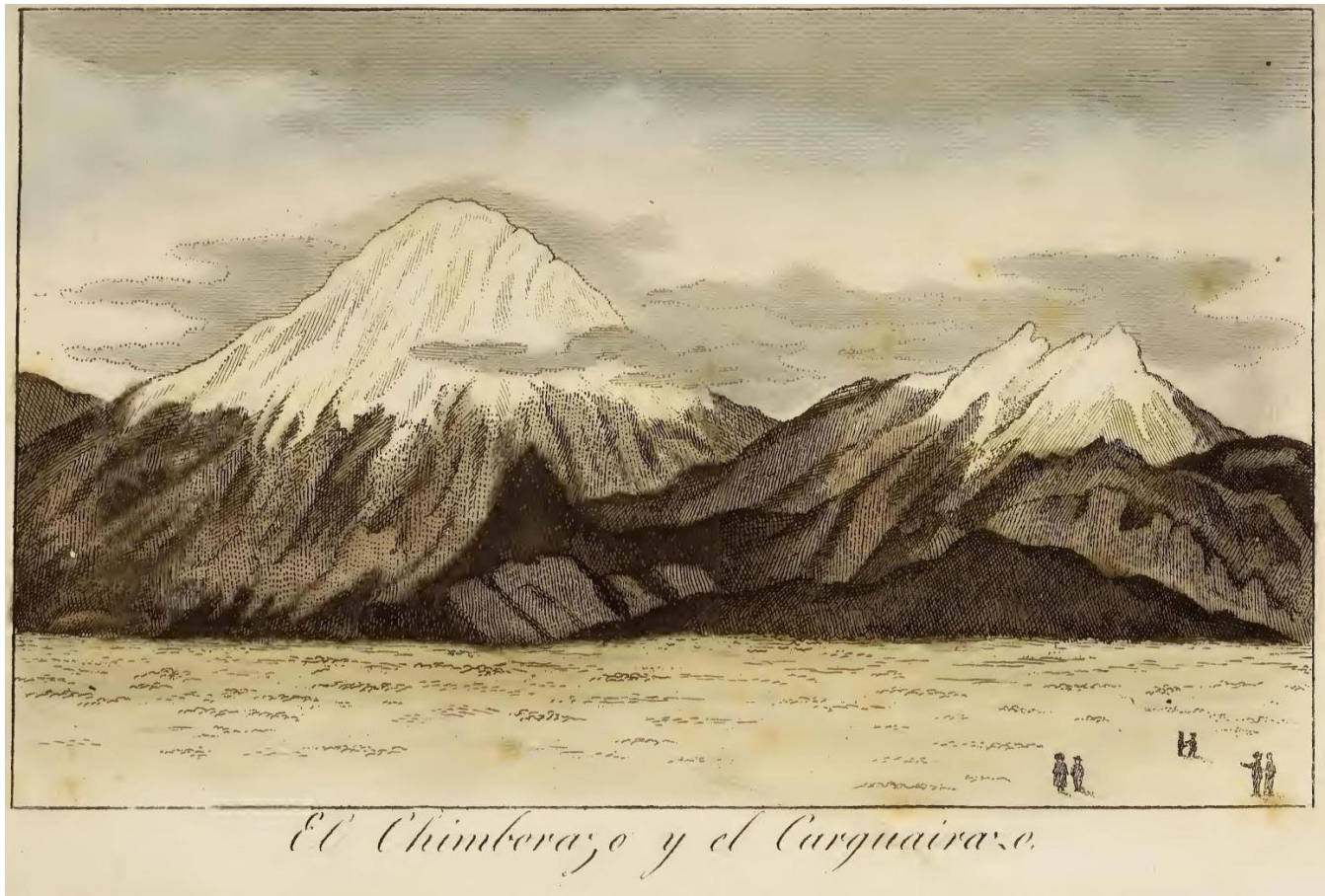




Inspirada en la erupción del Vesubio (1637) y en las dos semanas de terremotos que atemorizaron Calabria en 1638. Se presentan dos de las características ilustraciones de la obra del jesuita, con el fuego central, con las que trató de explicar ambos fenómenos. En la primera parten del nucleo mayor una serie de canales que alimentan otros muchos de menor orden, a partir de los cuales se alimentarían los volcanes de la superficie; en la segunda se reproducen el sistema interno de mares y ríos, que proporcionaría agua a los manatiales y ríos de la superficie.

con toda probabilidad concuerdan los mas en que esto proviene de el esfuerzo, que causan los Vientos con su mucha dilatacion; tanto los contenidos en las materias sulfureas, y otros Minerales, como los esparcidos en las porosidades de la misma Tierra, quando comprimidos en ellas, y no cabiendo ya en el reducido espacio de sus venas, procuran salir à mayor extension … pero falta que apurar en qué manera vuelven à hincharse las venas de la Tierra con nuevo Ayre, despues de haber sucedido un Temblor; por cuyo medio es regular quede evacuada aquella cantidad, que estaba opresa, y deberia pasarse mucho tiempo sin que se siguiesse otro; y qual sea la razon para que unos Paises sean mas dispuestos à padecer este accidente, que otros: cuyos assumptos, aunque han sido tratados por otros Autores, no me escusan de dar mi sentir segun comprehendida, y me parezca mas verosimil».

Habiendo vivido varios años cerca de los volcanes, es natural que Antonio de Ulloa se refiriera a ellos en su Relación histórica y que decidiera incluir en este capítulo algunos comentarios sobre sismicidad volcánica. En el primero de ellos señaló que en la misma noche en que se produjo el terremoto del 28 de octubre de 1746, entrar en erupcionaron varios volcanes: uno en la provincia de Lucanas, otro en Cajamarquilla, cerca de Lima, y el Carihuairazo, cerca de Riobamba (Ecuador). Más adelante indicaba que al entrar en erupción, el volcán causaba un gran estremecimiento en la Tierra, «tal que con él suelen experimentar su total ruina los pueblos…como


El Chimboraço y el Carguairaço.

sucedió cuando reventó el Paramo de Carihuairazo». Estos terremotos asociados a los volcanes, eran según Ulloa menos frecuentes cuando tenian abierta su chimenea, «lo qual parece que es muy natural, respecto de que aunque la pronta repeticion de este accidente, rarefaciendo el Ayre considerablemente, hace, que su volumen se acreciente mucho, como encuentra con facilidad la salida, sin tener que hacer esfuerzo en la Tierra para abrirsela, no causa en ella mas estremecimiento, que el correspondiente al estrepito formado de una gran cantidad de Ayre, en la concurrencia de una salida estrecha, à proporcion de la que necesita su mucho cuerpo». Después trató de explicar la formación de los volcanes, a partir de aglomeraciones de materiales sulfurosos y otros combustibles, que fermentaban con las aguas subterráneas, para inflamarse después como el viento que las rodeaba y llenaba sus poros, «y produce el mismo efecto que la Polvora cuando reducida a la estrechura de la Mina se le da fuego». A continuación, clasificó los volcanes en reducidos y dilatados, siendo los primeros aquellos en los que se concentran las materias inflamables en un corto espacio, al contrario que en los segundos, donde el espacio ocupado es mayor; estando más expuestos a los terremotos los países en que abundan los volcanes dilatados. También dio cuenta de los posibles efectos de estos terremotos volcánicos, alguno de los cuales observó in situ: «…quando las concabidades subterraneas son tan

grandes, que forman cavernas espaciosas, no solo raxan el Terreno, y lo dexan lleno de grietas con cada Terremoto, sino que tambien lo hunden por partes; y así se ha observado varias veces, y yo lo noté cerca del Pueblo de Guaranda, Jurisdiccion del Corregimiento de Chimbo en la Provincia de Quito; en donde el año de 1744. con un Terremoto se hundió de quasi una vara todo el Terreno del un lado de la grieta, dexando el del otro mas alto en la misma cantidad; bien que con desigualdad, porque por unas partes lo quedó menos que por otras: accidente, que no se havia experimentado alli hasta entonces». Antes de concluir sus comentarios, relaciona de nuevo la ocurrencia de los terremotos con las corrientes del aire subterráneo, justo antes de referirse a las réplicas: «Repiten los Temblores à poco tiempo, ò cortos días, despues de haver sucedido uno, ò otro: lo qual proviene de que como la materia està esparcida en distintos parages, y cada una en diverso grado de perfeccion para inflamarse, sucede la inflamacion en una porcion, quando està apta para ello, y despues en otra, quando se halla en igual disposicion. De aqui nace lo que se experimenta: esto es, que suele dar un remezon la Tierra, y dentro de algunas horas seguir con

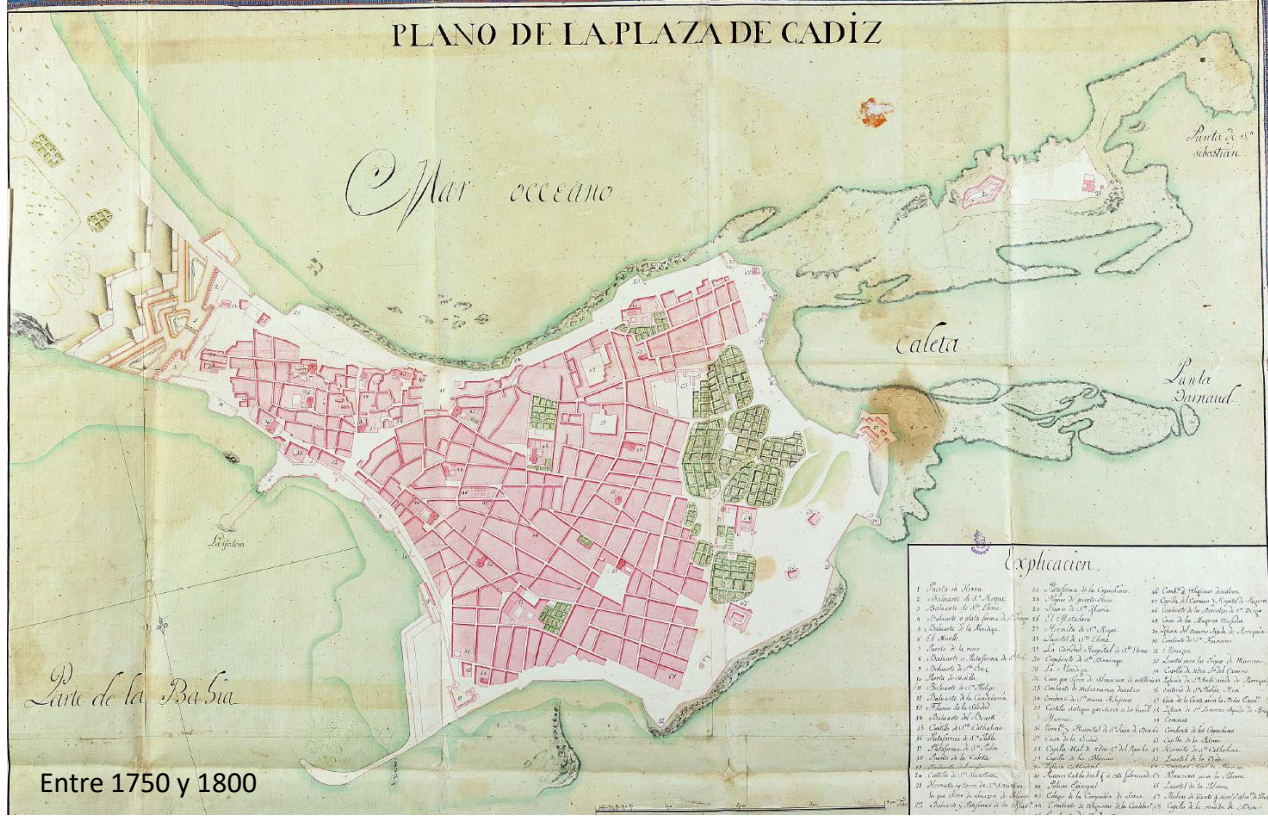
El volcán Cotopaxi en erupción. Ilustración del Tomo I de la *Relación histórica* de Antonio de Ulloa.

Fragmento de un Mapa de Perú del siglo XVIII. Biblioteca Nacional de París.

otro mas fuerte, y assi hasta dos, y aun tres; porque primero se inflama aquella cantidad, que adquirió la ultima disposicion para ello, y el mismo calor de su fuego abrevia la de las otras, que todavia no lo estaban totalmente; de suerte que lo que no havia de operar hasta el cabo de algunos dias, ò meses se pone en aptitud de hacer su efecto en pocas horas con el auxilio del fuego, que se agrega à perfeccionarlo. Son los segundos mas recios que los primeros, y causan mayor estrago; porque con el fuego de la primera materia que se inflama, aunque sea poca, es bastante para apresurar la fermentacion de mucha cantidad de ella: y assi es mayor la que se inflama despues, que la que primero lo fue».

La última aportación sísmica de Antonio de Ulloa data del año 1755, cuando se encontraba en Cádiz y fue testigo de excepción del terremoto que ocurrió el día 1 de noviembre, así como del maremoto consiguiente; de este último envió una crónica, en forma de carta, al embajador de España en la Haya: el genovés Pablo

Jerónimo Grimaldi y Pallavicini. Una copia de dicha carta se conserva en la *Royal Society* (*Philosophical Transactions* 1755-1756 .49. pp. 427-428) y fue leída en la misma durante la sesión celebrada el 18 de diciembre de 1755. El documento (XV) lleva el encabezamiento siguiente: *An Account of the Earthquake at Cadiz, in Letter to the Spanish Ambassador at the Hague, from Don Antonio de Ulloa, F.R.S.* La traducción al español reza así: « El día primero de este mes [noviembre] tuvimos aquí un terremoto cuya violencia no fue inferior a la de aquel que sepultó Lima y el Callao, en el Perú, hacia finales de octubre de 1746. Ocurrió con muy buen tiempo, a los tres minutos después de las nueve de la mañana, y duró cinco minutos, y por consiguiente casi el doble que el del Perú, cuya duración fue de solo tres minutos. Si no se destruyó todo aquí, parece deberse en particular a la solidez de los edificios. Los habitantes apenas habían comenzado a recuperarse de sus primeros terrores cuando se vieron sumidos en nuevas alarmas. A los diez minutos después de las once vieron avanzar hacia la ciudad una marea del mar, que pasó por encima del parapeto, situado a sesenta pies por encima del nivel ordinario del agua. A los treinta minutos después de las once llegó una segunda marea; y a estas dos siguieron otras cuatro del mismo tipo, a las once horas cincuenta minutos, a las doce horas treinta minutos, a la una y diez, y a la una y cincuenta. Las mareas continuaron, con algunos intervalos, hasta la noche, aunque con menor intensidad. Han arruinado cien toesas de la muralla; parte de la cual, de tres toesas de longitud y de todo su espesor, fue arrastrada por el torrente a más de cincuenta pasos.



Entre 1750 y 1800

PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS,

GIVING SOME

ACCOUNT

OF THE

Preſent Undertakings, Studies, *and* Labours,

OF THE

INGENIOUS,

IN MANY

Conſiderable Parts of the WORLD.

VOL. XLIX. PART I. For the Year 1755.

LONDON.

Printed for L. DAVIS and C. REYMERS,
Printers to the ROYAL SOCIETY,
againſt *Gray's-Inn Gate*, in *Holbourn*.

M.DCC.LVI.

Los barcos estuvieron expuestos a un peligro extremo; la mayor parte de ellos se soltaron de sus amarras, pero afortunadamente la mayoría se salvó, algunos largando cables, otros asegurándose con nuevas anclas; de modo que solo se perdió un barco sueco y algunas embarcaciones menores. Un gran número de personas pereció en la calzada que conduce a la isla de León. Sevilla ha sufrido grandes daños. Sanlúcar y Jerez también han padecido mucho, y se dice que Conil ha sido enteramente destruido».

LETTER XV.

An Account of the Earthquake at Cadiz, *in a Letter to the* Spaniſh *Ambaſſador at the* Hague, *from Don* Antonio d'Ulloa, *F. R. S.*

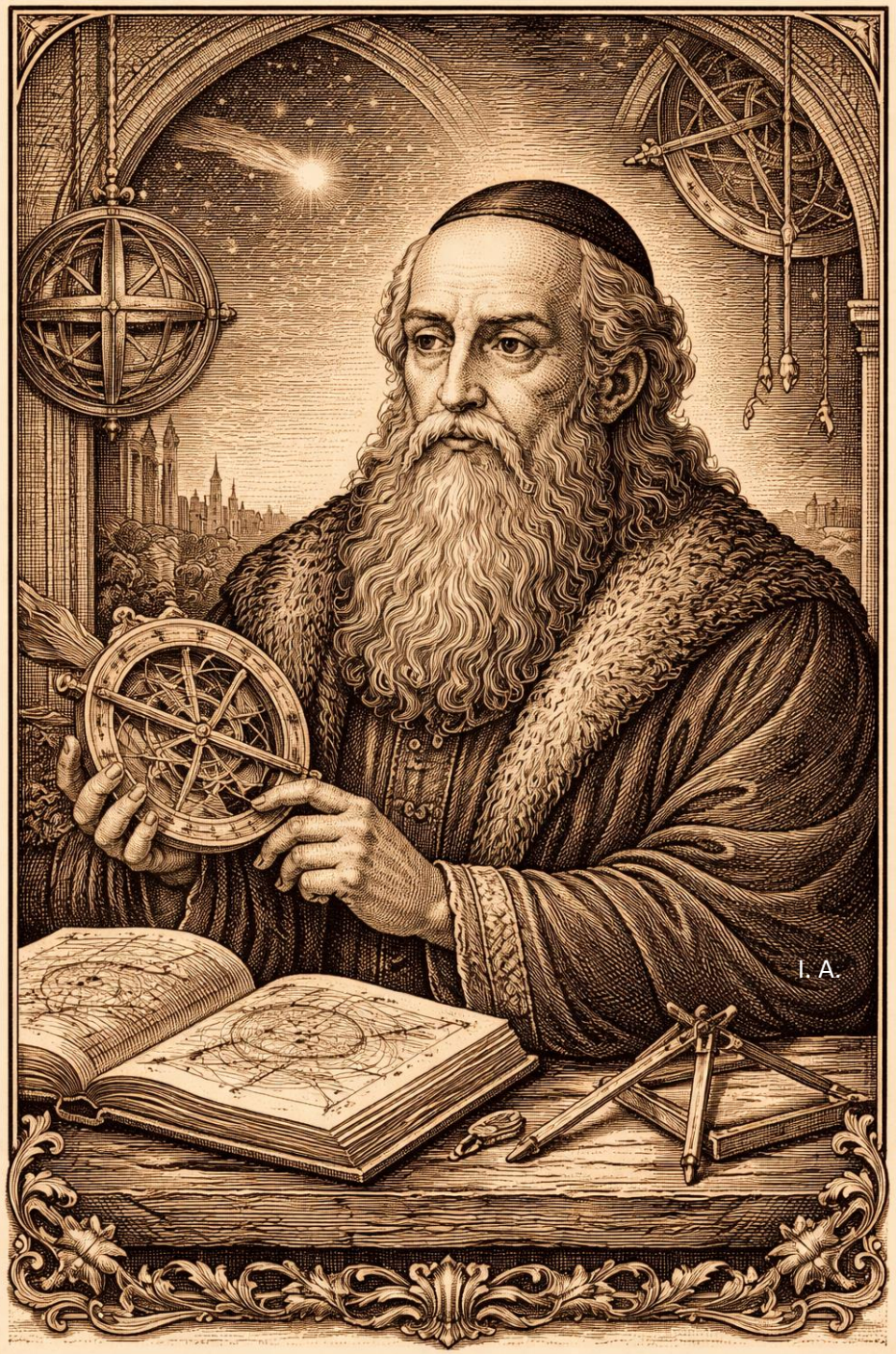
Read Dec. 18, 1755. ON the firſt of this month [November] we had here an earthquake, the violence of which was not inferior to that, which ſwallowed up Lima and Callao, in Peru, towards the end of October 1746. It happened in very fine weather, at three minutes after nine in the morning, and continued five minutes, and conſequently near twice as long as that of Peru, the duration of which was only three minutes. If every thing was not deſtroyed here, it ſeems particularly owing to the ſolidity of the buildings. The inhabitants had ſcarce begun to recover from their firſt terror, when they ſaw themſelves plunged into new alarms. At ten minutes after eleven they ſaw rolling towards the city a tide of the ſea, which paſſed over the parapet of ſixty feet above the ordinary level of the water. At thirty minutes after eleven came a ſecond tide; and theſe two were followed by four others of the ſame kind, at eleven o'clock fifty minutes; twelve o'clock thirty minutes; one o'clock ten minutes; and one o'clock fifty minutes. The tides continued, with ſome intervals, till the evening, but leſſening. They have ruin'd 100 toiſes of the rampart; part of which of three toiſes length, and of their intire thickneſs, were carried by the torrent above fifty paces.

The ſhips were expoſed to eminent danger; the greateſt part of them were driven afloat; but moſt of them fortunately were ſaved, ſome by veering their cables, others by ſecuring themſelves by new anchors; ſo that only one Swediſh ſhip and ſome boats were loſt. A great number of perſons periſhed on the cauſey, which leads to the iſle of Leſu. Seville has been greatly damaged. St. Lucar and Cheres have likewiſe ſuffered much; and Conel is ſaid to be intirely deſtroyed.

F.R.S. *Fellow of the Royal Society*

Monumento a la mitad del Mundo

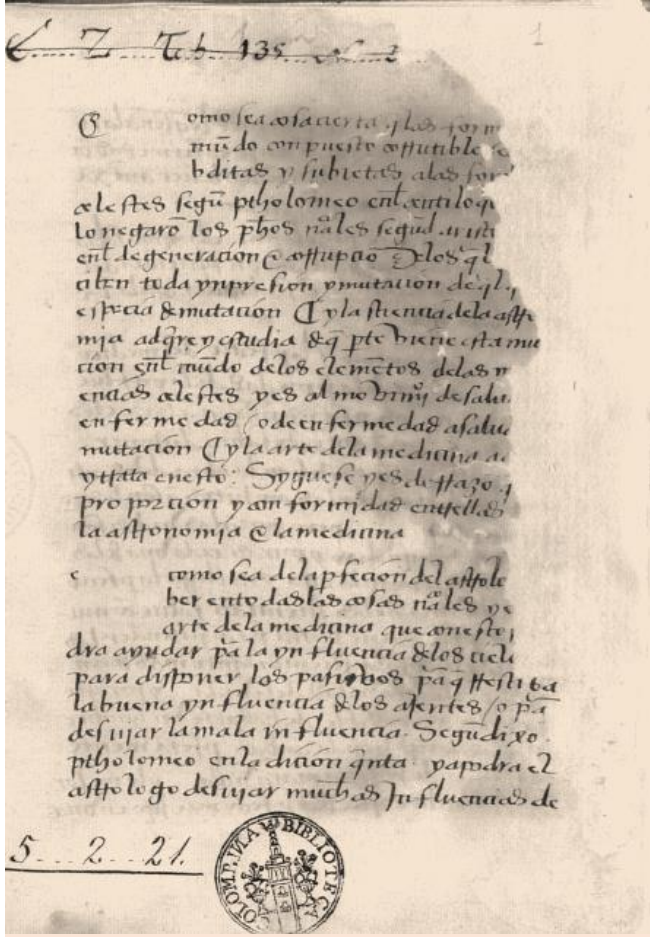
Péndulo usado por Antonio de Ulloa. Museo Naval. Madrid.



Abraham ben Samuel Zacuto (1452 ca. - 1515)

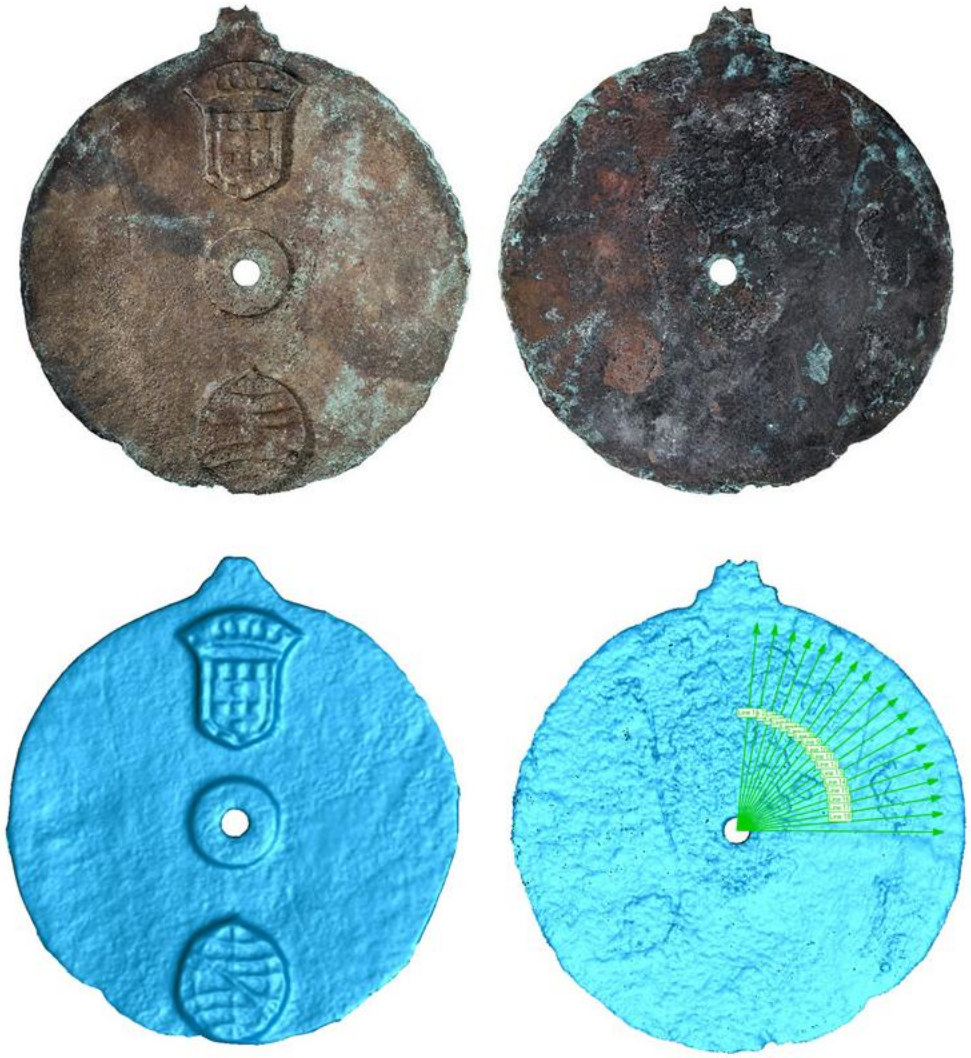
Matemático sefardita y astrónomo genial, que posiblemente asesorara a Colón, poco antes de partir para el nuevo mundo. Simplificó el diseño tradicional del astrolabio para facilitar su empleo en las observaciones propias de la astronomía náutica. Lamentablemente tuvo que huir, primero de España y luego de Portugal, por la persecución oficial a que fueron sometidos los judíos. Abraham ben Samuel Zacuto nació en Salamanca y fue educado por los rabinos Samuel Zacuto, su padre, y el toledano Isaac Aboab; conociendo así la Torá, el Talmud y la Cábala. Más adelante debió estudiar matemáticas y astronomía, con tanto provecho que llamó la atención de Gonzalo Pérez de Vivero, obispo de Salamanca y catedrático de su universidad. Aunque parezca no existir soporte documental que lo certifique, en ocasiones se comenta que Zacuto fue también profesor de dicha universidad, una posibilidad nada disparatada, pues contaba con la protección del obispo; no obstante, ha de recordarse que el Derecho Canónico prohibía a los judíos la docencia en las universidades eclesiásticas. Lo que si es indudable es que Zacuto recibió el encargo de trabajos relacionados con la fijación, siempre dificultosa, de la fecha de la Pascua. Siendo cierto, además, que a instancias del mismo obispo escribió la obra astronómica que lo hizo célebre: *Ha-hibbur ha-gado* (*La Gran Composición*), publicada en el año

1478. Dicha compilación fue una colección de tablas con diferentes aplicaciones, las cuales fueron calculadas para el meridiano de Salamanca, usando el año 1473 como fecha *radix*; centrándose sobre todo en el cálculo de las posiciones del Sol y la Luna, básicas para el calendario judío, y derivadas de la tradición hebrea del sur de Francia (de donde procedía su familia). Su primera parte contiene los cánones en 19 capítulos, cuyo contenido se detallará al final de esta reseña; el número 19 no es casual, ya que Zacuto lo consideraba emblemático, por estar ligado a la obra de Maimónides. Poco después de su publicación apareció su traducción al castellano, firmada por Juan de Salaya, el cual contó con la ayuda del autor; a tenor de la frase que incorporó: «*Ipso Abram Cecuth judeo interprete* (siendo intérprete Abraham Zacuto)».



Tratado Breve de las Influencias del Cielo (1486), folio 1r. (Biblioteca Colombina, España)

Poco después de que falleciera el obispo (1480), Zacuto abandonó Salamanca y se trasladó a Gata (Cáceres), en donde halló un nuevo mecenas: Juan de Zúñiga y Pimentel, futuro Arzobispo de Sevilla y también protector de A. Nebrija. Por iniciativa de su mentor escribió una obra astrológica en el año 1486: *Tratado breve de las Influencias del Cielo*; dividida en tres partes, siendo la primera una introducción a las otras dos, en la que se trató de los signos y de los planetas, así como de las estrellas principales de la octava esfera. En la segunda se enseñaba a los médicos todo lo necesario para que supieran aprovechar las ventajas ofrecidas por la astrología para la medicina, la tercera abordó la naturaleza del tiempo, las mutaciones del aire, las veinticinco mansiones lunares y las natividades humanas. El 31 de marzo de 1492, se publicó el llamado Decreto de la Alhambra, ordenando la expulsión de los judíos de las coronas de Castilla y Aragón; cumpliéndose así los deseos del inquisidor general Tomás de Torquemada. A consecuencia del mismo, Zacuto abandonó definitivamente España



Astrolabio de 1496 hallado en el pecio de la nave Esmeralda, que navegó en el segundo viaje de Vasco de Gama a la India (1502-1503); se presentan el anverso y el reverso, superponiendo en este la graduación del limbo. Obsérvese el grabado de la esfera armilar en su borde inferior, emblema del rey Manuel I. Se conserva en el Museo Nacional de Omán.

para instalarse en Portugal, allí fue recibido con honores por el Rey Juan II, quien lo nombró Historiador y Astrónomo Real, cargo que siguió ocupando en el reinado de Manuel I, sucesor y yerno del anterior. Al mismo tiempo, fue elegido miembro de la *Junta dos Matematicos*, doble soporte político técnico, creado por Juan II, que amparaba todas las expediciones marítimas del imperio luso. Uno de los problemas técnicos más señalados de los marinos portugueses se planteaba en las proximidades del ecuador, puesto que entonces era muy complicado medir la altura de la estrella polar (al estar prácticamente en la línea del horizonte) y por tanto la obtención de la latitud (altura del polo). La solución la proporcionó el alemán M. Behaim, al recomendar que se obtuviera observando al Sol en el instante de su culminación superior. Zacuto cumplió con su cometido de Astrónomo Real y transformó el astrolabio terrestre, poco práctico en alta mar, por otro más sencillo con el que se pudiesen medir las alturas del Sol sin dificultad. El astrolabio náutico, metálico y no de madera como los previos, fue utilizado sin problemas tanto por Vasco de Gama como por Pedro Álvares Cabral en sus travesías por el océano Indico. Recientemente (2014), se encontró uno de aquellos instrumentos, explorando los restos de la nave Esmeralda, hundida frente a las costas de Omán en el año 1503. La nave formaba parte de la flota de Vasco de Gama, en su segundo viaje a la India (1502-1503).

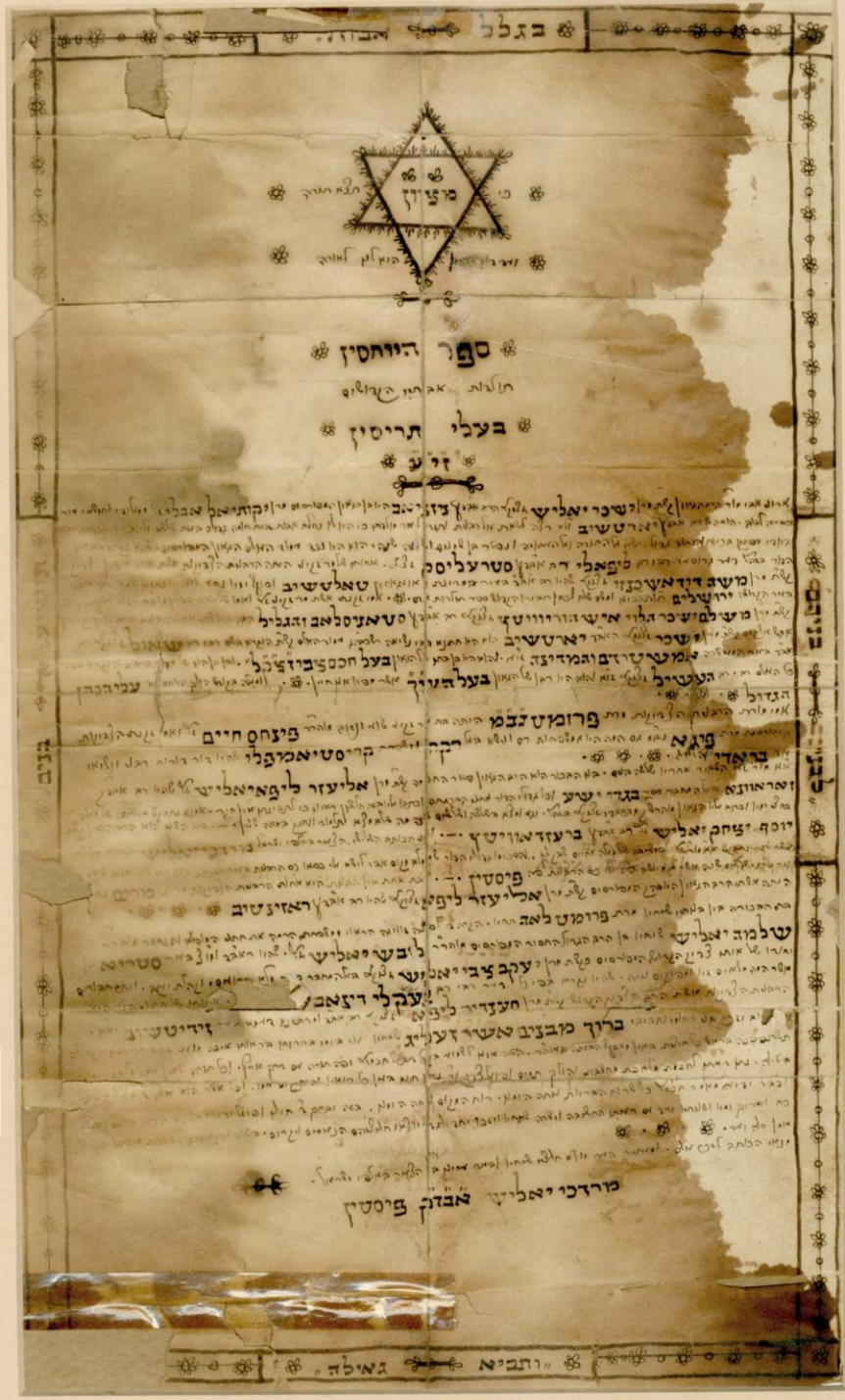
Vasco de Gama abandonando Portugal, mural de John Henry Amshewitz (1882-1942).En la pintura, Abraham ben Samuel Zacuto aparece presentando sus tablas astronómicas a Vasco de Gama antes de su partida de Lisboa en 1497. El mural se encuentra en la Biblioteca William Cullen de la Universidad de Witwatersrand, Johannesburgo.

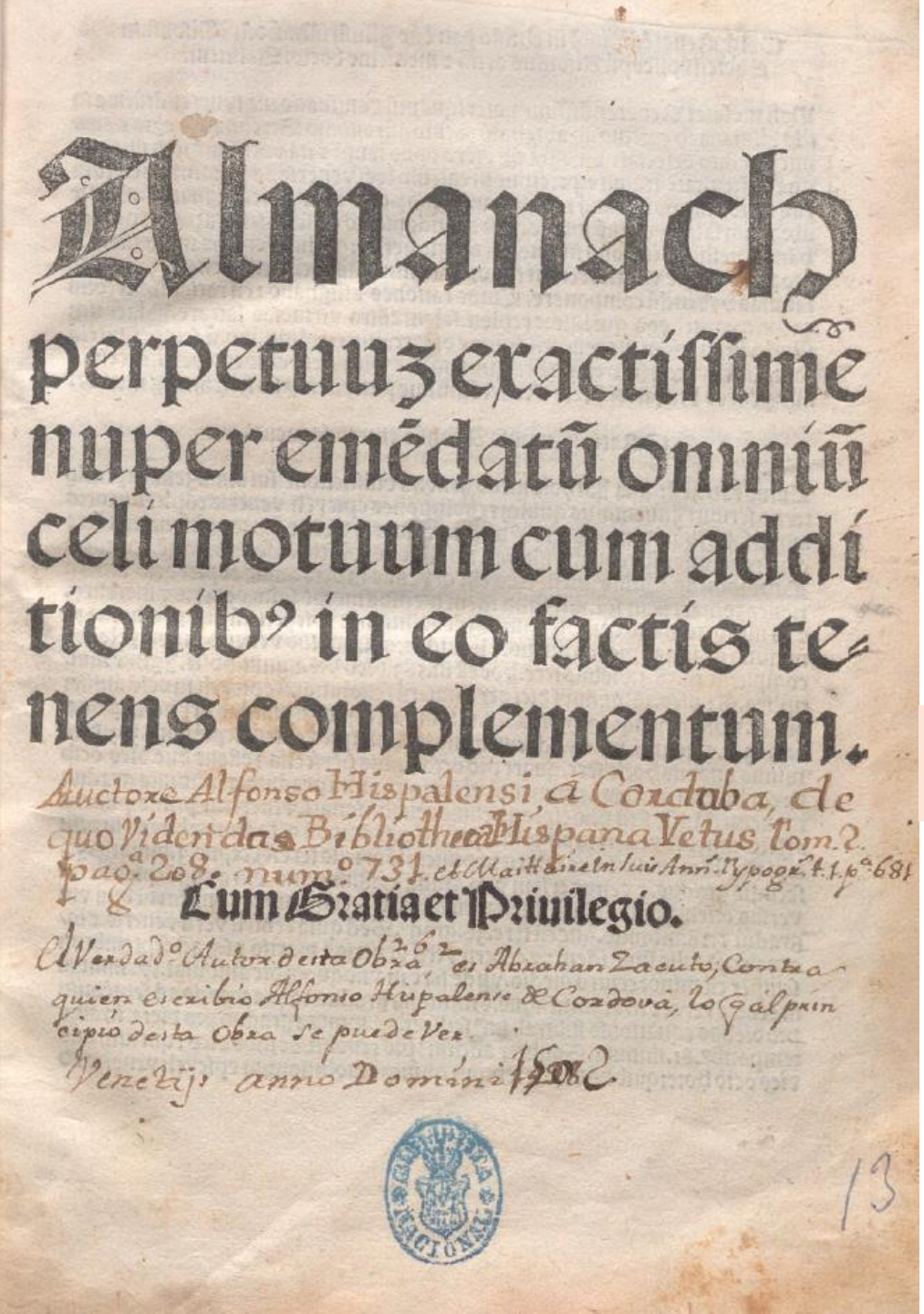
Todo le fue bien a Zacuto hasta el 6 de diciembre de 1496 en que el Rey Manuel I, siguiendo el ejemplo de los Reyes Católicos, firmó el decreto que ordenaba a los judíos convertirse al catolicismo o abandonar el país. Su partida de Portugal tuvo lugar en 1497, iniciando entonces una aventura no exenta de calamidades, pues él mismo comentaría años después* que, junto a su hijo fue hecho prisionero en dos ocasiones, hasta que en el año 1504 acabó fijando su residencia en Túnez. En esa ciudad redactó su obra *Sefer Yusahin* (Libro de las Genealogías), básico para entender la historia del judaísmo en la Edad Media, indicando en su prólogo que la transición de las estrellas de los cielos a las luminarias del mundo terrenal no era una simple metáfora; una reflexión explicable por su permanente dedicación a la astronomía, unida al profundo respeto que sentía hacia los sabios clásicos de su religión. Durante ese tiempo no dejó de actualizar las tablas de su Almanaque, llegando a compilar otras adaptadas al calendario judío y al meridiano de Jerusalén, ciudad santa en la que al parecer falleció; aunque también se afirme que fue en Damasco.

Zacuto escribió *Sefer Yuhasin* con la intención de preservar la memoria histórica y cultural del pueblo judío en un momento de crisis y dispersión. Esta obra puede ser considerada como la historia del pueblo judío desde la creación del mundo hasta el año 1500.

Justamente en el año 1496, cuando se decretó la expulsión de los judíos de Portugal, se editó en Leiria la obra magna de Zacuto, con el título *Almanach Perpetuum*, siendo José Vizinho el autor de la primera versión latina de la

*El comentario lo realizó en la obra *Sefer Yusahin*





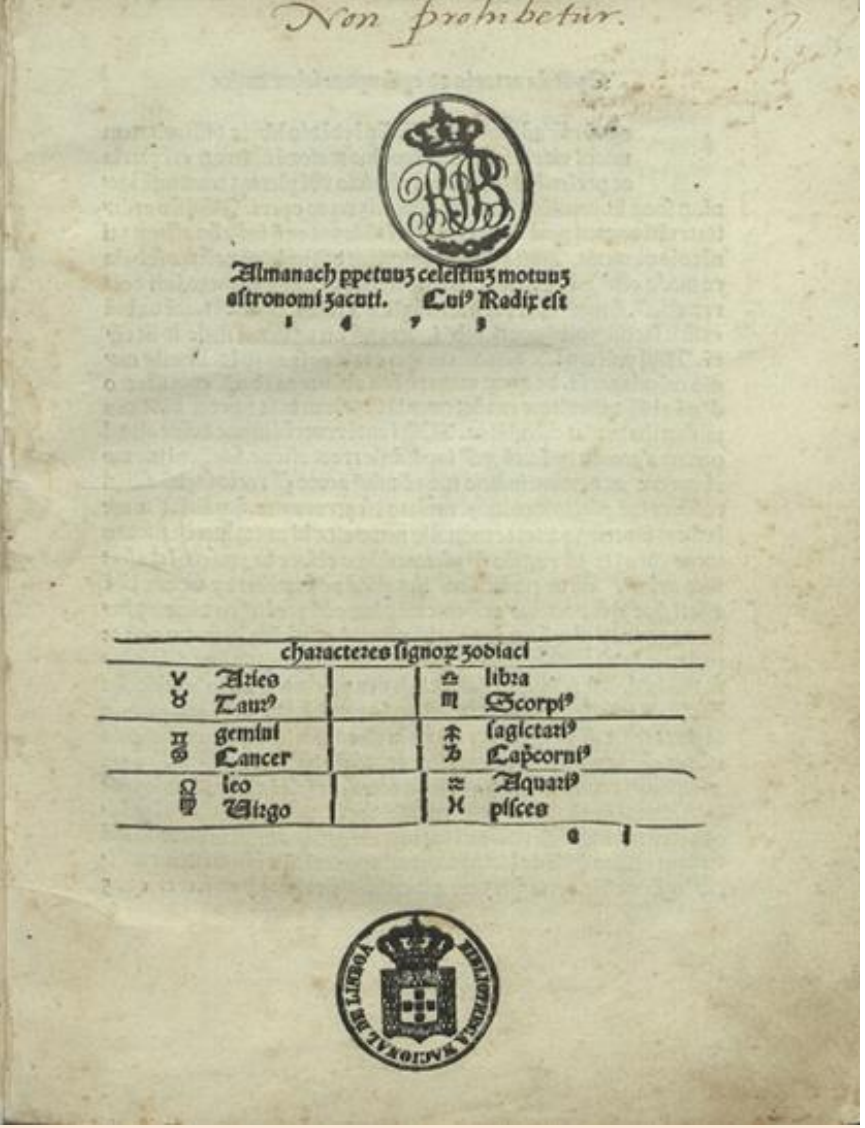
obra. Vizinius, como también fue identificado, fue discípulo de Abraham Zacuto, quien le enseñó matemáticas y cosmografía; también sería este el traductor al castellano de *Los Cánones de las Tablas*, igualmente publicadas en el año 1496. Seis años después se publicó en Venecia una versión mejorada del Almanaque, por parte del sevillano Alfonso de Córdoba, astrónomo y médico del cardenal Cesar Borgia, así como de su padre, Rodrigo Borgia, el cual alcanzaría después la dignidad pontifica con el nombre de Alejandro VI. La versión se actualizó para años venideros, adjuntándole una lista de 53 estrellas, con sus coordenadas ecuatoriales; debiendo apuntar que en el prólogo indicó la duración del año trópico: 365 días, 5 horas y 49 minutos.

Cubierta del *Almanach perpetuum exactissime nuper emẽdatũ omniũ celi motuum cum additionibus in eo factis tenens complementum* (Almanaque perpetuo, recientemente corregido con la máxima exactitud de todos los movimientos del cielo, con las adiciones hechas en él, conteniendo un compendio completo). Traductor Alfonso de Córdoba. Venecia (1502)

Ya se comentó, en su momento, que esta obra de A. Zacuto tenía 19 capítulos, como introducción a las tablas astronómicas, y ahora lo hará el autor con sus propias palabras, para resumir después el contenido de cada uno de ellos: « Mira, he dividido el libro en 19 secciones; he elegido este número como una alusión al ciclo de 19 años y al número de capítulos de Maimónides (que su memoria sea bendita) en sus normas sobre la santificación del novilunio; su número es diecinueve. *La primera* sección sirve para conocer la

verdadera posición del Sol, su corrección, la ecuación del centro, su declinación verdadera y la ecuación de tiempo. *La segunda* sección trata de todas las cosas que serán necesarias después, como el conocimiento del día y de la hora con sus partes; cuándo el Sol entra en cada signo de la eclíptica; a partir de esto puedes determinar las estaciones reales del año, así como la conversión de los meses romanos en arameos o viceversa, su Pascua, la Cuaresma (aproximadamente), y otros cómputos, pues estos se basan en el calendario solar y lunar. *La tercera* sección sirve para conocer la verdadera posición de la Luna para cada día (junto con la determinación del día de la semana), así como para ciclos posteriores, días de la semana y también para las horas de la tarde. *La cuarta* sección sirve para conocer el nodo ascendente (cabeza del dragón), la posición verdadera y media de la Luna, la latitud lunar, su anomalía y su ecuación del centro aproximada. *La quinta* sección: las conjunciones y oposiciones del Sol y la Luna y sus posiciones. *La sexta* sección: sobre los eclipses de Sol. Esta sección también te será útil para conocer las zonas en las que el eclipse es visible. *La séptima* sección sirve para conocer los eclipses de Luna y su disco (la parte de la superficie lunar oscurecida); todo según la opinión de (Jakob) Poel. *La octava* sección sirve para conocer el punto ascendente de la eclíptica y las doce mansiones para cada parte de un día determinado, así como el ascenso de los grados de una constelación o de un planeta y la hora en que ocurre. Esto te será útil si quieres conocer el momento del “casus espermatis in matricem” según el Animodar de la Luna. *La novena* sección sirve para conocer la longitud y la latitud de los lugares en la Tierra, las estrellas fijas, las 102 (120) configuraciones (con fines astrológicos), el grado eclíptico en el que cruzan el meridiano, sus arcos diurnos y cosas similares. *La*

Retrato de Abraham Zacuto. Foto: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, *Eulogia Merl*



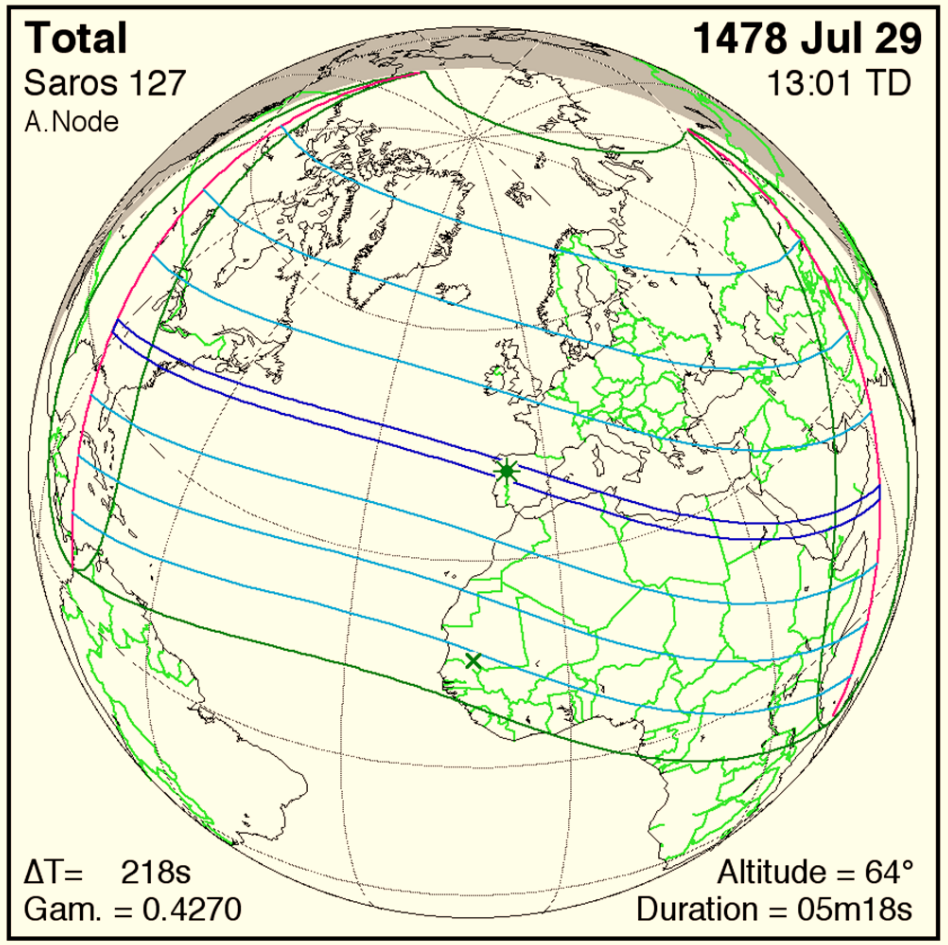
Primera página del Almanaque Perpetuo. Impreso en Leiria, 1496. En la Biblioteca Nacional de Portugal, Lisboa.

décima sección constituye el objetivo de las secciones anteriores; es, por así decirlo, su esencia. En ella se explica la teoría de la visibilidad de la luna nueva y de la luna vieja, así como el contenido de los capítulos de Maimónides con una explicación. *La undécima* sección sirve para conocer la posición de Saturno, su ecuación del centro, su anomalía también para varios ciclos y su latitud. *La duodécima* sección sirve para conocer la posición de Júpiter y los conceptos de los que hemos hablado en el caso de Saturno: la ecuación del centro, la anomalía y la latitud. *La decimotercera* sección sirve igualmente para conocer la posición verdadera de Marte, su ecuación del centro y su anomalía, como en el caso de Saturno y Júpiter. *La decimocuarta* sección sirve para conocer la posición verdadera de Venus, la ecuación del centro, la latitud y la anomalía, como en Saturno, Júpiter y Marte. *La decimoquinta* sección sirve para determinar la posición verdadera de Mercurio, su movimiento real día a día, su ecuación del centro, su anomalía y su latitud. *La decimosexta* sección trata del retorno de los cinco planetas, su movimiento directo, su estacionamiento, la teoría de su visibilidad, así como el cálculo de sus posiciones para cada día mediante una tabla de multiplicación. *La decimoséptima* sección contiene lo que se debe saber sobre las posiciones de los siete planetas, su anomalía, la ecuación del centro (especialmente la de la Luna), así como la determinación del día de la semana y todo lo similar para el tiempo anterior a la época. *La decimoctava* sección la he destinado a mis correligionarios y la he tomado de R. Jehuda b. Ascher, así como de otros cronólogos y también de R. Jehuda b. Verga. Una parte de ello la he hallado yo

mismo, Abraham Zacut. El contenido de esta sección consiste en conocer los ciclos de 19 años, los años y los días también en relación entre el calendario cristiano, turco y persa; además, las conjunciones lunares de dos maneras y las eras del mundo; asimismo, los días de novilunio, las perícopas (secciones señaladas), sus interrupciones por los sábados ordinarios, así como la duración del año según R. Adda y según Samuel, que están generalmente en uso, y otras cosas semejantes derivadas de ello. *La decimonovena* sección contiene el conocimiento de las posiciones medias de los siete planetas, sus anomalías y cosas semejantes, así como del nodo ascendente (cabeza del dragón), en una tabla que he compuesto de nuevo.

Volvelle que muestra los nodos lunares, identificándolos con la cabeza y cola del dragón celestial. *Astronomicum Caesarium*. Peter Apianus. Ingolstadt. 1540. Obra monumental dedicada al emperador Carlos V.

Así queda concluido lo que nos habíamos propuesto tratar en este libro, y con ello esta obra, llamada “obra magna”, queda terminada. Y ahora comenzaremos a explicar de qué manera se utilizan estas tablas. Yo, por mi parte, me dirijo a Dios con mi súplica para que me ayude y me guíe por el camino de la verdad. Guíame según tu verdad y enséñame. (Salmo 25,3)». Zacuto fue uno de los pocos astrónomos, de su tiempo, del que constan observaciones astronómicas concretas: una ocultación de la estrella Espiga (α Vir) de la constelación de Virgo, por la Luna en mayo de 1474; otra de Venus en julio de 1476 y el eclipse total de Sol ocurrido el



día 29 de julio de 1478. No se dispone de justificante formal de esta última observación, aunque dejase escrito en *Sefer Yuhasin* lo siguiente: «en el año 5238, el miércoles 29 Av (29 de julio de 1478) a mediodía en España, hubo un eclipse solar distinto a todo lo que se había visto, pues el cielo se oscureció como si fuese medianoche». La posibilidad de que Zacuto lo observara con interés, cobra verosimilitud cuando si hay constancia de que fue observado por el ya citado Juan de Salaya, a la sazón Catedrático de Astrología en la Universidad de Salamanca, el cual se refirió a él en estos términos: «Aconteció un horrible eclipse en el que se vieron todas las estrellas y del que se seguirán, entre otros grandes males, muertes de pontífices y de príncipes».

Digamos a modo de conclusión que la utilidad del Almanaque Perpétuo de Zacuto fue del todo evidente para las expediciones comandadas por Cristóbal Colón, Vasco de Gama y Fernando de Magallanes. Su vigencia se mantuvo hasta que fue aceptado definitivamente el modelo heliocéntrico que propuso Copérnico, publicado en el año 1543 (*De Revolutionibus Orbium Coelestium*). La obra de zacuto fue traducida al árabe por el cretense Moisés ben Elijah Galina y al ladino por Daniel ben Perahyah, en 1568. El astrónomo francés Berthold Cohn la tradujo al alemán en 1918, mucho más reciente es la traducción al español de la edición veneciana (1502), impresa en 2004 por el Seminario Iberoamericano de Descubrimientos y Cartografía; la responsable de la traducción y del glosario fue Avelina Carrera de la Red, la cual fue precedida por una introducción histórica, a cargo de Montserrat León Guerrero.

Tabula Lune 20

♂ Annus 1492 ☽

Dies mēsis	Martius Ferie 5 1 5 2				Equatio	Aprilis Ferie 1 4 1 5				Equatio	Maius Ferie 3 6 3 7				Equatio	Junius Ferie 6 2 6 3				Equatio
	s	g	m	m		s	g	m	m		s	g	m	m		m	s	g	m	
1	0	25	24	40		2	12	24	35		3	14	47	34		4	28	40	34	
2	1	8	44	38		2	24	41	34		3	26	43	33		5	11	5	34	
3	1	21	45	37		3	6	59	33		4	8	57	33		5	23	49	34	
4	2	4	28	36		3	19	31	33		4	21	32	33		6	6	35	36	
5	2	17	14	34		4	2	8	33		5	4	7	34		6	19	21	36	
6	3	0	0	34		4	14	29	33		5	16	29	34		7	2	19	38	
7	3	12	31	34		4	26	28	34		5	28	47	35		7	15	35	40	
8	3	24	31	34		5	8	23	35		7	11	16	37		7	29	16	41	
9	4	6	14	34		5	20	30	36		6	24	7	38		8	13	6	43	
10	4	17	57	34		6	2	54	37		7	7	12	39		8	27	20	44	
11	4	29	48	35		6	15	33	38		7	20	34	41		9	11	38	45	
12	5	11	54	36		6	28	24	39		8	4	12	43		9	26	16	46	
13	5	24	11	37		7	11	30	41		8	18	6	44		10	11	12	47	
14	6	6	34	38		7	24	52	43		9	2	22	46		10	26	15	46	
15	6	19	12	39		8	8	34	45		9	17	2	47		11	11	10	46	
16	7	1	58	41		8	22	45	46		10	1	58	48		11	25	35	45	
17	7	15	7	43		9	7	13	48		10	16	46	48		0	9	21	44	
18	7	28	38	45		9	21	34	49		11	1	0	48		0	22	46	44	
19	8	12	28	47		10	5	34	49		11	14	48	48		1	6	4	43	
20	8	26	18	48		10	19	28	49		11	28	33	47		1	19	2	41	
21	9	10	3	48		11	3	44	48		0	12	25	45		2	1	39	40	
22	9	24	9	48		11	18	10	46		0	25	59	43		2	13	58	38	
23	10	8	51	48		0	2	25	45		1	9	12	41		2	26	7	37	
24	10	23	48	47		0	16	13	43		1	22	0	40		3	8	13	36	
25	11	8	32	46		0	29	37	41		2	4	36	38		3	20	13	36	
26	11	22	51	44		1	12	44	40		2	17	2	37		4	2	8	35	
27	0	6	48	43		1	25	37	38		2	29	19	36		4	13	56	35	
28	0	20	27	41		2	8	15	37		3	11	26	35		4	25	34	35	
29	1	3	50	40		2	20	42	36		3	23	21	35		5	7	13	35	
30	1	17	0	38		3	2	52	35		4	5	3	34		5	19	4	36	
31	1	29	51	37		0	0	0	0		4	16	44	34		0	0	0	0	

Addendi	2	4	6	Ante	Minue		
☾Dies ☾Nūer⁹ —	1	2	3 — reuol.	radicē		s	g
Minuēdi	3	5	7	Post	Adde	6	2

Tabula Lune 20

♂ Annus 14892 ☽

Dies mēsis	Julius Ferie 1 4 1 5				Equatio	Augustus Ferie 4 7 4 1				Equatio	Septēber Ferie 7 3 7 4				Equatio	October Ferie 2 5 2 6				Equatio
	s	g	m	m		s	g	m	m		s	g	m	m		m	s	g	m	
1	6	1	32	36		7	18	22	40		9	8	35	44		10	17	15	47	
2	6	14	6	37		8	1	47	40		9	23	13	45		11	2	15	48	
3	6	27	7	37		8	15	40	42		10	8	12	46		11	17	13	47	
4	7	10	17	38		9	0	3	44		10	23	14	46		0	1	47	45	
5	7	23	40	40		9	14	39	45		11	8	2	46		0	16	3	44	
6	8	7	30	41		9	29	30	45		11	22	38	45		0	29	59	42	
7	8	21	43	43		10	14	17	46		0	7	4	44		1	13	43	41	
8	9	6	8	44		10	29	2	46		0	21	15	42		1	27	9	39	
9	9	20	40	45		11	13	44	45		1	5	16	41		2	10	16	38	
10	10	5	20	46		11	28	23	44		1	18	54	39		2	23	5	36	
11	10	20	7	46		0	12	54	43		2	2	12	37		3	5	39	35	
12	11	5	2	46		0	27	5	41		2	15	12	37		3	18	8	34	
13	11	19	55	45		1	10	54	40		2	28	5	36		4	0	45	34	
14	0	4	36	43		1	24	17	38		3	10	58	35		4	13	22	33	
15	0	18	49	42		2	7	26	37		3	23	31	34		4	25	40	33	
16	1	2	30	41		2	20	19	37		4	5	33	34		5	7	32	34	
17	1	15	47	41		3	2	48	36		4	17	14	34		5	19	20	34	
18	1	28	46	40		3	14	51	36		4	28	52	35		6	1	14	35	
19	2	11	21	38		3	26	36	35		5	10	39	35		6	13	26	36	
20	2	23	32	37		4	8	14	35		5	22	34	36		6	25	52	37	
21	3	5	30	37		4	19	58	35		6	4	41	36		7	8	27	38	
22	3	17	19	36		5	1	48	35		6	16	54	37		7	21	17	40	
23	3	29	11	36		5	13	43	36		6	29	16	38		8	4	16	42	
24	4	11	1	35		5	25	39	36		7	11	45	40		8	17	40	44	
25	4	22	53	35		6	7	40	37		7	24	33	42		9	1	26	45	
26	5	4	40	36		6	19	45	38		8	7	44	44		9	15	37	47	
27	5	16	25	36		7	1	59	40		8	21	10	45		9	29	44	48	
28	5	28	14	36		7	14	40	41		9	4	45	46		10	13	36	49	
29	6	10	12	37		7	27	36	42		9	18	26	47		10	27	33	49	
30	6	22	31	38		8	10	51	43		10	2	33	48		11	11	59	48	
31	7	5	15	39		8	24	26	44		0	0	0	0		11	26	43	47	

Addendi	2	4	6	Ante	Minue		
☾Dies ☾Nūer⁹ —	1	2	3 — reuol.	radicē		s	g
Minuēdi	3	5	3	Post	Adde	6	2

TABLA LUNAR

14 Septembris
Sol in Libra

Hore ☌		Eqtio tpis		Minuta Logi.	Lati.
Hore	Minuta	Hore	Minuta		
6	0	1	40	55	16
5	0	1	40	55	16
4	0	1	40	55	16
3	0	1	35	52	17
2	0	1	24	46	20
1	0	1	6	36	24

Meridies

0	0	0	42	23	30
1	0	0	15	8	35

Medium celi

1	0	0	0	0	39
2	0	0	11	6	41
3	0	0	30	16	45
4	0	0	39	21	47
5	0	0	44	24	48
6	0	0	45	25	48

11 Martij
Sol in ariete

14 Octobris
Sol in Scorpione

Hore ☌		Eqtio tpis		Minuta Logi.	Lati.
Hore	Minuta	Hore	Minuta		
5	18	1	38	54	19
5	0	1	38	54	19
4	0	1	38	54	19
3	0	1	34	52	22
2	0	1	25	47	26
1	0	1	8	37	32

Meridies

0	0	0	44	24	37
1	0	0	17	9	43

Medium celi

1	33	0	0	0	45
2	0	0	11	6	46
3	0	0	30	16	48
4	0	0	42	23	48
5	0	0	47	26	47
5	18	0	47	26	47

9 Februarij
Sol in piscibus

13 Nouembris
Sol in Sagittario

Hore ☌		Eqtio tpis		Minuta Logi.	Lati.
Hore	Minuta	Hore	Minuta		
4	44	1	29	49	28
4	0	1	29	49	28
3	0	1	26	47	30
2	0	1	17	42	35
1	0	0	56	31	40

Meridies

0	0	0	27	15	44
1	0	0	1	1	47

Medium celi

1	1	0	0	0	47
2	0	0	28	15	48
3	0	0	46	25	47
4	0	0	58	32	45
4	44	0	58	32	45

10 Januarij
Sol in aquario

Latitu. m	☉ Digi.	Digi. m	Dimi. dura. Horarij m	Argumẽtũ latitudinis s °	s °	Diamet Solis. Digi.	Digi. m	Dimidi. durario h m	Dimi. tenebre. m	Partes eclyp. luminariũ Diame.	Supfi. sol' Digi.	Digi. m
0	11	47	55	5 6 °	5 11 °	0 0		0 0	0	1	0	22
1	11	22	55			0 59		0 31	0	2	1	0
2	10	57	55	12 0	18 0	1 58		0 43	0	3	1	50
3	10	32	55	11 30	18 30	2 58		0 53	0	4	2	40
4	10	7	55	11 0	19 0	3 58		1 1	0	5	3	20
5	9	42	54	10 30	19 30	4 58		1 7	0	6	4	4
6	9	17	54	10 0	20 0	5 58		1 12	0	7	5	50
7	8	53	54	9 30	20 30	6 59		1 17	0	8	7	0
8	8	28	53	9 0	21 0	8 0		1 22	0	9	8	20
9	8	3	53	8 30	21 30	9 0		1 26	0	10	9	40
10	7	38	52	8 0	22 0	10 1		1 29	0	11	10	50
11	7	13	51	7 30	22 30	11 1		1 32	0	12	12	0
12	6	48	50	7 0	23 0	12 2		1 35	0	Tabula Lune		
13	6	23	49	6 30	23 30	13 2		1 37	22			
14	5	58	48	6 0	24 0	14 2		1 40	30	1	0	30
15	5	33	47	5 30	24 30	15 4		1 42	36	2	1	10
16	5	8	45	5 0	25 0	16 4		1 43	41	3	2	5
17	4	43	44	4 30	25 30	17 4		1 44	45	4	3	10
18	4	18	42	4 0	26 0	18 6		1 46	48	5	4	20
19	3	53	40	3 30	26 30	19 7		1 47	50	6	5	50
20	3	28	38	3 0	27 0	20 8		1 48	52	7	6	42
21	3	4	37	2 30	27 30	21 8		1 48	54	8	8	0
22	2	29	35	2 0	28 0	22 10		1 49	55	9	9	10
23	2	14	32	1 30	28 30	23 10		1 49	55	10	10	20
24	1	49	29	1 0	29 0	24 12		1 45	55	11	11	20
25	1	24	26	0 30	29 30					12	12	0
26	0	59	21	0 0	30 0							
27	0	34	13									
28	0	9	3									
28	0	0	0									

ECLIPSES SOLARES Y LUNARES

☾Tabula Ueri motus Saturni ♄

Anni a radice	9		10		11		12		13		14		15		16	
Anni xpi	1481		1482		1483		1484		1485		1486		1487		1488	
Signa	♎		♎		♏		♏		♐		♐		♐		♑	
Menses	Dies	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m
Mar.	10	11	11	23	57	6	23	18	23	0♏	3	11	26	22	30	3	31
	20	10	24	23	16	5	48	17	58	29	48	11	23	22	39	3	47
	31	9	29	22	25	5	3	17	18	29	21	11	8	22	37	3	58
Aprilis	10	8	43	21	33	4	15	16	38	28	47	10	44	22	24	3	57
	20	8	2	20	47	3	27	15	51	28	7	10	11	22	1	3	44
	30	7	26	20	5	2	39	15	1	27	21	9	32	21	30	3	22
Maius	10	6	59	19	27	1	54	14	10	26	33	8	47	20	52	2	51
	20	6	42	18	59	1	18	13	30	25	45	8	0	20	8	2	13
	31	6	34	18	38	0	44	12	49	24	56	7	6	19	16	1	25
Junius	10	6	39	18	28	0	23	12	19	24	18	6	20	18	27	0♐	39
	20	6	54	18	31	0	10	11	57	23	46	5	43	17	41	29♐	49
	30	7	18	18	45	0	12	11	45	23	23	5	9	17	3	29	4
Julius	10	7	54	19	6	0	22	11	45	23	10	4	42	16	28	28	23
	20	8	36	19	39	0	41	11	54	23	6	4	30	16	2	27	48
	31	9	33	20	23	1	14	12	14	23	14	4	24	15	45	27	19
Augu.	10	10	31	21	13	1	54	12	43	23	31	4	31	15	38	27	3
	20	11	34	22	8	2	42	13	20	23	58	4	47	15	42	26	55
	31	12	46	23	16	3	40	14	13	24	37	5	14	15	58	27	0
Septe.	10	13	55	24	21	4	41	15	5	25	23	5	49	16	23	27	15
	20	15	9	25	29	5	45	16	4	26	15	6	34	16	57	27	37
	30	16	23	26	40	6	53	17	8	27	14	7	25	17	39	28	13
Octo.	10	17	37	27	54	8	4	18	13	28	17	8	21	18	29	28	54
	20	18	48	29♏	7	9	15	19	24	29♐	22	9	22	19	26	29♑	46
	31	20	3	0	27	10	36	20	44	0♐	38	10	35	20	33	0	46
Nouē.	10	21	8	1	36	11	48	21	56	1	49	11	44	21	38	1	48
	20	22	9	2	40	12	55	23	7	3	2	12	54	22	47	2	52
	30	23	3	3	42	14	0	24	15	4	12	14	6	23	56	4	0
Decēb.	10	23	52	4	36	15	2	25	19	5	21	15	17	25	9	5	11
	20	24	31	5	25	15	57	26	21	6	26	16	24	26	20	6	23
	31	25	6	6	10	16	53	27	22	7	35	17	37	27	36	7	42
Janua.	10	25	24	6	41	17	34	28	12	8	31	18	38	28	42	8	52
	20	25	32	7	2	18	7	28	53	9	21	19	35	29♑	46	9	59
	31	25	32	7	14	18	32	29	31	10	7	20	31	0	50	11	9
Febru.	10	25	20	7	16	18	45	29♐	53	10	41	21	15	1	41	12	7
	20	24	58	7	5	18	48	0♐	6	11	5	21	50	2	26	12	59
	28	24	36	6	50	18	42	0	10	11	18	22	14	2	57	13	3

☾Tabula Ueri motus Saturni ♄

Anni a radice	17		18		19		20		21		22		23		24	
Anni xpi	1489		1490		1491		1492		1493		1494		1495		1496	
Signa	♑		♑		♒		♒		♒		♓		♓		♈	
Menses	Dies	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m	☿	m
Mar.	10	14	17	25	1	5	42	16	29	27	15	8	15	19	24	0	48
	20	14	48	25	42	6	31	17	27	28	22	9	26	20	39	2	8
	31	15	10	26	17	7	20	18	25	29	29	10	40	22	0	3	33
Aplis	10	15	21	26	39	7	55	19	9	0♓	23	11	43	23	8	4	47
	20	15	22	26	52	8	18	19	45	1	10	13	40	24	14	5	57
	30	15	10	26	55	8	33	20	11	1	49	13	31	25	14	7	6
Maii	10	14	50	26	46	8	38	20	28	2	19	14	13	26	7	8	9
	20	14	21	26	37	8	32	20	34	2	39	14	46	26	53	9	5
	31	13	42	25	55	8	15	20	28	2	49	15	11	27	33	9	58
Junii	10	13	1	25	19	7	49	20	13	2	46	15	23	28	0	10	36
	20	12	17	24	38	7	12	19	47	2	34	15	26	28	16	11	5
	30	11	22	23	53	6	31	19	14	2	13	15	17	28	22	11	26
Julius	10	10	36	23	0	5	47	18	34	1	39	14	57	28	16	11	35
	20	9	56	22	15	4	56	17	47	1	0	14	27	28	0	11	31
	31	9	15	21	28	4	3	16	53	0♒	11	13	45	27	30	11	15
Augu.	10	8	47	20	51	3	18	16	5	29	22	13	2	26	53	10	50
	20	8	28	20	21	2	41	15	20	28	32	12	15	26	11	10	16
	31	8	18	20	0	2	6	14	37	27	41	11	18	25	19	9	30
Septē.	10	8	22	19	48	1	45	14	5	27	1	10	31	24	27	8	43
	20	8	36	19	50	1	32	13	43	26	26	9	48	23	38	7	51
	30	8	57	20	2	1	32	13	29	26	2	9	11	22	52	7	1
Octob.	10	9	30	20	21	1	42	13	28	25	46	8	43	22	13	6	14
	20	10	11	20	54	2	0	13	35	25	41	8	25	21	41	5	34
	31	11	7	21	38	2	33	13	56	25	48	8	17	21	18	4	57
Nouē.	10	12	1	22	29	3	12	14	26	26	6	8	20	21	7	4	33
	20	13	2	23	22	3	57	15	5	26	34	8	35	21	9	4	20
	30	14	8	24	23	4	54	15	52	27	10	9	0	21	20	4	18
Decē.	10	15	16	25	28	5	54	16	46	27	55	9	35	21	41	4	27
	20	16	26	26	35	7	0	17	47	28	49	10	18	22	15	4	48
	31	17	46	27	55	8	13	19	0	29	56	11	17	23	0	5	22
Janua.	10	19	0	29♒	7	9	25	20	6	1♓	1	11	15	23	51	6	2
	20	20	10	0	25	10	38	21	17	2	10	13	20	24	49	6	52
	31	21	23	1	40	12	1	22	41	3	29	14	35	26	0	7	55
Febru.	10	22	28	2	48	13	14	23	56	4	44	15	48	27	8	8	59
	20	23	28	3	52	14	23	25	9	6	1	17	3	28	20	10	8
	28	24	12	4	44	15	17	26	8	7	3	18	7	29	22	11	6

TABLA DE SATURNO

Tabula ueri motus Jouis

♃

Anni a radice	9	10	11	12	13	14	15	16
Anni xpi	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488

Mēses	Signa	♌		♍		♎		♏		♐		♑		♒		♓	
	Dies	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄
Septē.	8	26	12	19	38	12	46	6	57	3	0	2	38	7	37	17	55
	16	27	48	21	21	14	28	8	32	4	14	3	15	7	20	16	54
	24	29	18	23	3	16	12	10	11	5	35	4	4	7	18	16	1
	30	0♍	24	24	17	17	31	11	27	6	39	4	46	7	22	15	24
Octo.	8	1	45	25	55	19	16	13	8	8	11	5	51	7	41	14	48
	16	3	1	27	30	20	59	14	52	9	47	7	5	8	11	14	21
	24	4	8	29♎	1	22	42	16	38	11	27	8	25	8	54	14	9
	31	5	2	0	15	24	7	18	11	12	56	9	40	9	38	14	6
Nouē.	8	5	58	1	36	25	46	19	57	14	41	11	10	10	39	14	18
	16	6	43	2	49	27	21	21	43	16	29	12	49	11	50	14	39
	24	7	16	3	57	28	53	23	27	18	17	14	31	13	8	15	15
	30	7	34	4	43	29	57	24	43	19	40	15	50	14	10	15	49
Decē.	8	7	47	5	38	1♏	9	26	24	21	31	17	36	15	42	16	42
	16	7	50	6	21	2	35	28	2	23	20	29	26	17	15	17	46
	24	7	42	6	57	3	43	29♐	35	25	7	21	18	18	57	18	58
	31	7	24	7	16	4	38	0	52	26	40	22	56	20	30	20	8
Janua.	8	6	52	7	29	5	34	2	16	28♑	24	24	51	22	17	21	35
	16	6	11	7	29	6	18	3	33	0	5	26	43	24	7	23	6
	24	5	21	7	19	6	52	4	44	1	43	28♒	34	26	0	24	43
	31	4	33	7	1	7	13	5	40	3	6	0	13	27	41	26	14
Febru.	8	3	32	6	29	7	26	6	36	4	34	2	1	29♓	37	28	2
	16	2	31	5	48	7	27	7	22	5	58	3	49	1	32	29	50
	24	1	30	4	58	7	17	8	0	7	13	5	31	3	27	1♈	41
	28	1	1	4	32	7	7	8	13	7	47	6	23	4	25	2	38

Tabula ueri motus Jouis

♃

Anni a radice	17	18	19	20	21	22	23	24
Anni xpi	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496

Mēses	Signa	♈		♉		♊		♋		♌		♍		♎		♏	
	Dies	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄	ḡ	m̄
Martii.	8	4	33	2	39	1	18	1	6	2	13	4	51	8	17	11	16
	16	6	28	4	23	2	35	1	43	2	2	4	0	7	18	10	42
	24	8	23	6	11	4	0	2	24	2	0	3	13	6	11	10	1
	31	10	4	7	47	5	15	3	1	2	8	2	36	5	17	9	17
Aprilis	8	12	0	9	38	6	46	4	4	2	20	2	10	4	15	8	18
	16	13	53	11	31	8	20	5	13	2	45	1	58	3	25	7	18
	24	15	44	13	25	10	1	6	29	3	25	1	55	2	42	6	20
	30	17	4	14	51	11	23	7	32	4	5	2	3	2	15	5	32
Maii.	8	18	52	16	45	13	6	9	0	5	3	2	20	1	49	4	32
	16	20	34	18	36	14	55	10	32	6	10	2	49	1	34	3	36
	24	22	10	20	27	16	42	12	9	7	22	3	30	1	32	2	54
	31	23	30	22	1	18	20	13	38	8	29	4	14	1	35	2	25
Junii.	8	24	54	23	48	20	12	15	21	9	55	5	14	2	0	2	0
	16	26	14	25	29	22	3	17	5	11	22	6	18	2	30	1	46
	24	27	25	27	10	23	49	18	50	12	57	7	30	3	9	1	43
	30	28	12	28	20	25	9	20	9	14	10	8	29	3	49	1	50
Julii.	8	29	5	29♉	48	26	53	21	57	15	49	9	54	4	50	2	7
	16	29	50	1♊	11	28	37	23	42	17	31	11	21	5	55	2	38
	24	0♈	22	2	27	0♋	5	25	29	19	17	12	55	7	7	3	18
	31	0	37	3	25	1	37	27	0	20	48	14	20	8	16	4	4
Augu.	8	0	47	4	25	3	5	28♌	41	22	33	16	0	9	42	5	5
	16	0	46	5	14	4	27	0	20	24	18	17	41	11	12	6	11
	24	0	30	5	52	5	44	1	56	26	1	19	22	12	44	7	26
	31	0	6	6	17	6	45	3	16	27	29	20	53	14	10	8	37

TABLA DE JÚPITER

Tabula Veri motus Martis ♂

Anni a radice		9		10		11		12		13		14		15		16	
Anni xpi		1481		1482		1483		1484		1485		1486		1487		1488	
Signa		♍		♎		♍		♉		♍		♊		♌		♏	
Menses	Dies	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽
Septēber	1	2 53		19 8		14 29		10 29		26♌58		14 44		9 24		4 53	
	6	6 2		18 55		17 44		10 51		0♎16		17 5		12 46		7 42	
	11	9 13		19 3		20 58		10 44		3 35		19 13		16 8		10 24	
	16	12 22		19 38		24 13		10 24		6 56		21 7		19 33		12 55	
	21	15 33		10 29		27♌28		9 35		10 18		22 50		23 0		15 29	
	26	18 44		21 36		0♏46		8 28		13 40		24 31		26 29		17 56	
Octobr.	1	21 55		22 55		4 1		7 1		17 3		25 50		♏ 0		20 18	
	6	25 6		24 34		7 18		5 19		20 27		26 59		3 30		22 30	
	11	28 16		26 32		10 36		3 31		23 53		27 51		7 0		24 41	
	16	1♎27		28♐36		13 53		1 47		27♑18		28 31		10 33		26 39	
	21	4 39		0♑47		17 11		0 7		0♒45		28 49		14 8		28♑32	
	26	7 50		3 7		20 31		28♈47		4 12		27 47		17 44		0♓14	
Nouēber	1	11 40		6 6		24 32		27 22		8 23		28 6		22 4		1 53	
	6	14 52		8 41		27♑54		26 34		11 53		27 17		22 43		3 8	
	11	18 2		11 15		1♒16		26 16		15 25		26 12		29 22		4 3	
	16	21 14		13 53		4 39		26 0		18 59		24 44		3♓2		4 55	
	21	24 26		16 38		8 2		26 8		22 32		23 4		6 41		5 28	
	26	27 38		19 28		11 28		26 34		26 8		21 16		10 24		5 36	
Decēber	1	♏51		22 26		14 52		27 15		29♓42		19 23		14 8		5 34	
	6	4 3		25 21		18 19		28 10		3♈20		17 28		17 52		5 7	
	11	7 16		28 17		21 44		29 18		6 57		15 42		21 37		4 18	
	16	10 29		1♑18		25 12		0♉41		10 34		14 9		25 24		3 10	
	21	13 44		4 16		28 40		2 15		14 15		12 53		29 11		1 47	
	26	16 56		7 24		2♓11		3 56		17 57		11 52		3♑2		0 4	
Januarius	1	20 49		11 3		6 24		6 10		22 21		11 3		7 37		27♋51	
	6	24 3		14 11		9 57		8 2		26 2		10 46		11 28		25 53	
	21	27 16		17 17		13 29		10 12		29 46		10 51		15 18		23 47	
	16	0♓29		20 21		17 2		12 29		3♑31		11 9		19 11		21 57	
	21	3 45		23 25		20 35		14 46		7 15		11 41		23 3		20 15	
	26	7 1		26 36		24 12		17 12		11 2		12 33		26 56		18 49	
Februarius	1	10 52		0♉22		28 32		20 3		15 36		13 49		♐39		17 25	
	6	14 7		3 30		2♑6		22 35		19 26		15 4		5 33		16 37	
	11	17 25		6 38		5 43		25 7		23 15		16 29		9 28		16 9	
	16	20 40		9 47		9 18		27♊39		27♐5		18 8		13 23		16 1	
	21	23 57		12 52		12 54		0♋16		0 54		19 55		17 17		16 8	
	26	27 8		16 2		16 34		2 58		4 47		21 50		21 14		16 34	

Tabula Veri motus Martis ♂

Anni a radice		17		18		19		20		21		22		23		24	
Anni xpi		1489		1490		1491		1492		1493		1494		1495		1496	
Signa		♋		☌		☊		☌		♎		♈		♏		♈	
Menses	Dies	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽	☉	☽
Martius	1	17 0		10 13		21 58		26♈22		10 4		11 26		21 46		27♉6	
	6	17 52		14 4		20 42		0♉11		8 38		15 7		23 4		0♊38	
	11	18 49		17 57		19 44		3 58		6 53		18 45		24 8		4 7	
	16	20 5		21 50		19 8		7 45		5 0		22 25		24 58		7 35	
	21	21 32		25 41		18 55		11 32		2 57		26 5		25 37		11 4	
	26	23 14		29 32		19 0		15 18		1 6		29 42		25 55		14 32	
Aprilis	1	25 21		4♈8		19 29		19 47		29♍4		4♉2		25 48		18 39	
	6	27 16		7 58		20 11		23 31		27 35		7 38		25 54		22 4	
	11	29 21		11 45		21 5		27 10		26 31		11 12		24 46		25 29	
	16	1♌32		15 32		22 18		0♉50		25 38		14 45		23 47		28♊53	
	21	3 44		19 18		23 40		4 29		25 5		18 17		22 38		2♋14	
	26	6 5		23 4		25 13		8 9		24 52		21 48		21 8		5 37	
Maius	1	8 29		26♉45		27 5		11 45		25 5		25 17		19 31		8 58	
	6	10 59		0♊27		28♍56		15 2		25 28		28♋44		17 43		12 19	
	11	13 33		4 7		0♎55		18 54		26 15		2♌12		16 1		15 38	
	16	16 13		7 46		3 5		22 28		27 21		5 38		14 24		18 57	
	21	18 54		11 24		5 24		26 0		28♎41		9 4		13 3		22 14	
	26	21 39		15 0		7 49		29 31		0♏10		12 29		11 53		25 33	
Junius	1	25 4		19 16		10 47		3♌43		2 13		16 34		10 47		29♋29	
	6	27♍22		22 49		13 22		7 11		4 1		19 57		10 34		2♌45	
	11	0♎48		26 22		15 59		10 39		6 13		23 19		10 31		6 1	
	16	3 41		29♌52		18 42		14 3		8 29		26 38		10 52		9 16	
	21	6 39		3♍20		21 28		17 25		10 51		29♋56		11 38		12 31	
	26	9 41		6 47		24 23		20 47		13 18		3♌14		12 40		15 46	
Julius	1	12 44		10 14		27♎21		24 9		15 52		6 31		14 1		19 1	
	6	15 50		13 37		0♏21		27♋28		18 39		9 48		15 30		22 14	
	11	18 58		16 59		3 23		0♋46		21 25		13 5		17 20		25 27	
	16	22 7		20 18		6 25		4 6		24 19		16 19		19 23		28♑40	
	21	25 18		23 38		9 36		7 22		27♍16		19 31		21 33		1♒52	
	26	28 33		26 56		12 51		10 37		0♎17		22 44		23 52		5 4	
Augustus	1	2♎25		0♋49		16 42		14 29		4 4		26 36		27 0		8 52	
	6	5 42		3 58		20 0		17 41		7 12		29♌48		29♐34		12 4	
	11	9 0		7 9		23 17		20 52		10 30		2♍59		2♑23		15 15	
	16	12 56		10 15		26♍42		23 59		13 46		6 9		5 16		18 24	
	21	15 45		13 22		0♎4		27♌7		17 6		9 17		8 15		21 34	
	26	19 9		16 26		3 30		0♏15		20 32		12 27		11 26		24 45	

TABLA DE MARTE

☾ Tabula centri Veneris ♀

Anni a radice	1	2	3	4
Anni xpi	1473	1474	1475	1476

Menses	Dies	s g m	s g m	s g m	s g m
Ianua.	1	6 19 57	6 19 42	6 19 28	6 19 13
	11	7 0 9	6 29 54	6 29 40	6 29 25
	21	7 10 18	7 10 3	7 9 49	7 9 34
Febru.	1	7 21 27	7 21 12	7 20 58	7 20 43
	11	8 1 32	8 1 17	8 1 3	8 0 48
	21	8 11 32	8 11 17	8 11 3	8 10 48
Mar.	1	8 19 30	8 19 15	8 19 1	8 19 45
	11	8 29 23	8 29 8	8 28 54	8 29 38
	21	9 9 13	9 8 58	9 8 44	9 9 28
Aprilis	1	9 19 58	9 19 43	9 19 29	9 20 13
	11	9 29 40	9 29 25	9 29 11	9 29 55
	21	10 9 19	10 9 4	10 8 50	10 9 34
Maius	1	10 18 54	10 18 39	10 18 25	10 19 9
	11	10 28 28	10 28 13	10 27 59	10 28 43
	21	11 8 0	11 7 45	11 7 31	11 8 15
Iunius	1	11 18 28	11 18 13	11 17 59	11 18 43
	11	11 27 58	11 27 43	11 27 29	11 28 13
	21	0 7 28	0 7 13	0 6 58	0 7 43
Julius	1	0 16 59	0 16 44	0 16 29	0 17 14
	11	0 26 30	0 26 15	0 26 0	0 26 45
	21	1 6 2	1 5 47	1 5 33	1 6 17
Augu.	1	1 16 36	1 16 21	1 16 7	1 16 51
	11	1 26 13	1 25 58	1 25 44	1 26 28
	21	2 5 53	2 5 38	2 5 24	2 6 8
Septē.	1	2 16 37	2 16 22	2 16 8	2 16 52
	11	2 26 24	2 26 9	2 25 55	2 26 39
	21	3 6 17	3 6 2	3 5 48	3 6 32
Octo.	1	3 16 12	3 15 57	3 15 43	3 16 27
	11	3 26 12	3 25 57	3 25 43	3 26 27
	21	4 6 15	4 6 0	4 5 15	4 6 30
Nouē.	1	4 17 23	4 17 8	4 16 54	4 17 38
	11	4 27 34	4 27 19	4 27 5	4 27 49
	21	5 7 46	5 7 31	5 7 17	5 8 1
Decē.	1	5 17 58	5 17 43	5 17 29	5 18 13
	11	5 28 13	5 27 58	5 27 44	5 28 28
	21	6 8 27	6 8 12	6 7 58	6 8 42

☾ Tabula argumenti Veneris ♀

Anni	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481

Menses	Dies	g m	g m	g m	g m	g m	g m	g m	g m	g m
Ianua.	1	7♐42	22♑45	7♑43	22♒49	8♓28	23♈30	8♊31	23♉33	9♐12
	11	13 31	28 34	13 36	28 38	14 17	29 19	14 20	29 22	15 1
	21	19 23	4♒26	19 28	4♓30	20 9	5♑11	20 12	5♑14	20 53
Febru.	1	25 52	10 55	25 57	10 59	26 38	11 40	26 41	11 43	27 22
	11	1♓48	16 51	1♈53	16 55	2♉34	17 36	2♋37	17 39	3♌18
	21	7 49	22 52	7 54	22 56	8 35	23 37	8 38	23 40	9 19
Mar.	1	12 40	27 43	12 45	28 24	13 26	28 29	13 29	29 8	14 10
	11	18 48	3♊51	18 53	4♋32	19 34	4♑36	19 37	5♑16	20 18
	21	25 0	10 3	25 5	10 44	25 46	10 48	25 49	11 28	26 30
Aprilis	1	1♓53	16 56	1♈58	17 37	2♉39	17 41	2♋42	18 21	3♌29
	11	8 12	23 15	8 17	23 56	8 58	24 0	9 1	24 40	9 42
	21	14 35	29 38	14 40	0♉19	15 21	0♑23	15 24	1♑3	16 5
Maius	1	21 0	6♈3	21 5	6 44	21 46	6 48	21 49	7 28	22 30
	11	27 27	12 30	27 32	13 11	28 13	13 15	28 16	13 55	28 57
	21	3♑56	19 0	4♓1	19 40	4♊42	19 44	4♋45	20 24	5♑26
Iunius	1	11 6	26 9	11 11	26 50	11 52	26 54	11 55	27 34	12 36
	11	17 37	2♉40	17 42	3♌21	18 23	3♑25	18 26	4♒5	19 7
	21	24 8	9 11	24 13	9 52	24 54	9 56	24 57	10 36	25 38
Julius	1	0♑39	15 42	0♒44	16 23	1♓25	16 27	1♈28	17 7	2♉9
	11	7 9	22 12	7 14	22 53	7 55	22 57	7 58	23 37	8 39
	21	13 38	28 41	13 43	29 22	14 24	29 26	14 27	0♊6	15 8
Augu.	1	20 42	5♑45	20 47	6♑26	21 28	6♓30	21 31	7 10	22 12
	11	27 6	12 9	27 11	12 50	27 52	12 54	27 55	13 34	28 36
	21	3♒27	18 30	3♓32	19 11	4♈13	19 15	4♉16	19 55	4♑57
Septē.	1	10 20	25 23	10 25	26 4	11 6	26 8	11 9	26 48	11 50
	11	16 34	1♈37	16 39	2♉18	17 20	2♋22	17 22	3♌2	18 4
	21	22 43	7 46	22 41	8 27	23 29	8 31	23 32	9 11	24 13
Octo.	1	28 49	13 52	28 54	14 33	29 35	14 37	29 38	15 17	0♓19
	11	4♓51	19 54	4♊56	20 35	5♑37	20 39	5♑40	21 19	6 21
	21	10 49	25 52	10 54	26 33	11 35	26 37	11 38	27 17	12 19
Nouē.	1	17 19	2♉22	17 24	3♑3	18 5	3♒7	18 8	3♓47	18 49
	11	23 10	8 13	23 15	8 54	23 56	8 58	23 59	9 38	24 40
	21	29 0	14 2	29 5	14 43	29 45	14 47	29 48	15 27	0♈29
Decē.	1	4♈48	19 51	4♉53	20 32	5♊34	20 36	5♋37	21 16	6 18
	11	10 34	25 37	10 39	26 18	11 20	26 22	11 23	27 2	12 4
	21	16 21	1♌24	16 26	2♓5	17 7	2♊9	17 10	2♋49	17 51

TABLA DE VENUS

Tabula Ueri motus Mercurij

☿

Anni a radice		17		18		19		20		21		22		23		24	
Anni xpi		1489		1490		1491		1492		1493		1494		1495		1496	
Signa		♏		♐		♐		♐		♏		♏		♏		♏	
Menses	Dies	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍
	4 3	19 40		2 25		10 31		3 10		8 37		2 42		11 16		25♐56	
	8 7	26 32		8 54		14 40		1 32		8 50		7 38		17 55		2♐47	
November	12 11	3♐30		15 7		18 0		29♏4		7 22		13 10		24♐45		9 34	
	16 15	10 26		20 56		20 0		26 28		13 16		19 9		1♑41		16 13	
	20 19	17 17		26♑17		20 36		24 43		17 7		25♐31		8 39		22 36	
	24 23	23 56		0♑53		19 30		24 20		21 54		2♑10		15 40		28 41	
	28 27	0♑22		4 34		17 4		25 21		27♐20		9 2		22 38		4♑18	
	30 29	3 30		6 0		15 31		26 26		0♑14		12 32		26 6		6 58	
	4 3	9 24		7 50		12 30		29♐31		6 27		19 37		2♑54		11 34	
	8 7	14 46		7 55		10 21		3♑42		13 2		26 46		9 29		15 14	
December	12 11	19 26		6 19		9 40		8 45		19 50		3♑56		15 46		17 36	
	16 15	23 0		3 10		10 37		14 27		26 53		11 2		21 34		18 22	
	20 19	25 15		0♐9		12 55		20 31		4♑6		18 2		26♒49		17 15	
	24 23	25 47		26♐50		16 51		27 18		11 23		24 50		1♒9		14 30	
	28 27	24 29		25 24		21 40		4♑11		18 40		1♒20		4 23		10 42	
	31 30	22 11		25 34		25 46		9 33		24 10		6 0		5 50		8 0	
	4 3	18 20		27♑18		1♑46		16 51		1♒22		11 44		6 10		5 28	
	8 7	14 35		0♑35		8 17		24 13		8 26		16 43		4 30		4 44	
Januarius	12 11	12 10		5 2		15 9		1♒40		15 13		20 41		1♑3		5 54	
	16 15	11 35		10 21		22 18		9 5		21 43		23 22		26 50		8 40	
	20 19	13 0		16 27		29♒40		16 26		27♑40		24 17		23 21		12 49	
	24 23	16 1		23 2		7♒8		23 38		3♑6		23 9		21 32		17 58	
	28 27	20 18		29♒56		14 40		0♑37		7 27		20 4		21 43		23 49	
	31 30	24 12		5♒20		20 20		5 40		9 54		16 56		23 8		28 35	
	4 3	☌♒4		12 41		27♑50		12 2		11 54		12 46		26♒22		5♒23	
	8 7	6 30		20 12		5♑13		17 48		12 3		9 54		0♒52		12 28	
Februarius	12 11	13 20		27♑47		12 27		22 50		10 6		8 57		6 21		19 49	
	16 15	20 30		5♑24		19 26		26 48		6 37		10 5		12 26		27 17	
	20 19	27♑51		12 58		26♈4		29♈23		2♒16		12 58		19 3		4♑54	
	24 23	5♑22		20 26		2♈11		0 14		28♒55		17 8		26 3		12 29	
	28 27	13 0		27 46		7 43		29♑4		27 23		22 20		3♑18		20 6	

Tabula Ueri motus Mercurij

☿

Anni a radice		25		26		27		28		29		30		31		32	
Anni xpi		1497		1498		1499		1500		1501		1502		1503		1504	
Signa		♑		♈		♈		♑		♒		♑		♑		♈	
Menses	Dies	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍	☉	♍
	4 3	27♈40		10 0		10 15		10 53		25♑47		3 30		17 47		4 8	
	8 7	5 2		15 48		10 36		8 36		0♑36		10 38		25 23		11 6	
Martius	12 11	12 14		20 51		8 57		8 13		6 18		18 1		3♈0		17 41	
	16 15	19 8		24 55		5 41		9 46		12 31		25 32		10 28		23 46	
	20 19	25♉41		27 43		1 47		12 54		19 16		3♈8		17 48		29♉13	
	24 23	1 44		28 50		28♑35		17 18		26 18		10 44		24 54		3 48	
	28 27	7 8		28 7		26 59		22 34		3♈34		18 20		1♉45		7 13	
	31 30	10 39		26 23		27 5		27 1		9 6		24 0		6 36		8 52	
	4 3	14 22		22 55		28♈45		3♈23		16 39		1♉27		12 40		9 36	
	8 7	16 41		19 22		1♈57		10 11		24 14		8 43		18 5		8 20	
Aprilis	12 11	17 18		16 31		6 23		17 18		1♉51		15 45		22 37		5 29	
	16 15	16 0		15 33		11 43		24 34		9 27		22 30		25 59		1 41	
	20 19	13 2		16 25		17 41		2♉3		16 57		28♊48		27 52		28♈19	
	24 23	9 17		19 2		24 14		9 37		24 19		4♊32		28 0		26 33	
	28 27	6 0		22 56		1♉17		17 14		1♊29		9 30		26 13		26 32	
	30 29	4 52		25 18		4 40		21 2		4 58		11 38		24 38		27 14	
	4 3	3 58		0♉38		11 57		28♊37		11 44		14 58		20 51		29♉47	
	8 7	4 56		6 40		19 23		6♋8		18 2		16 45		17 15		3 45	
Maius	12 11	7 36		13 12		26♊56		13 31		23 44		16 40		15 3		8 43	
	16 15	11 35		19 57		4 33		20 41		28 39		14 37		14 37		14 26	
	20 19	16 37		27♊19		12 10		27♋36		2♌28		10 58		16 5		20 43	
	24 23	22 23		4♋41		19 45		4♌6		4 55		6 57		19 8		27 30	
	28 27	28♋43		12 12		27♋13		10 4		5 33		3 52		23 27		4♊34	
	31 30	3♌47		17 54		2♌44		14 6		4 40		2 43		27 20		10 1	
	4 3	10 47		25♋30		9 50		18 39		1♋48		2 55		3♊9		17 24	
	8 7	18 4		3♌7		16 40		21 57		27♋47		5 1		9 31		24 57	
Junius	12 11	25♋29		10 39		23 3		23 40		24 0		8 34		16 21		25♌33	
	16 15	3♌3		18 1		28 45		23 25		21 13		13 18		23 27		10 10	
	20 19	10 36		25♌10		3♎50		21 10		20 36		18 50		☌♌45		17 42	
	24 23	18 10		2♌1		7 54		17 14		22 1		25 0		8 12		25 6	
	28 27	25 38		8 30		10 30		12 58		25 4		1♍42		15 43		25♎8	
	30 29	29 20		18 30		11 7		11 8		27 6		5 8		19 28		5 47	

TABLA DE MERCURIO

✱ Tabula Stellarum fixarum Insigniorum ✱

Nomina	Longitudo			Latitudo		Declinatio		Ascensio Recta		Magnitudo	Natura		
	s	g	m	g	m	g	m	g	m				
Stella polaris alrukaba	♈	19	48	66	0	85	51	1	9	3	♄	☿	♀
Dorsū vrse ma. Dubbe	♌	9	18	48	0	62	36	157	9	2			
Principium caude vrse maioris Alioth	♍	1	48	53	30	58	7	186	41	2			♂
Mediū caudevrse ma.	♍	7	38	55	40	57	27	194	16	2			♂
Extremum caude vrse maioris Benenacz	♍	19	28	54	0	51	42	201	12	2			♂
Caput draconis Rasabē	♎	19	18	75	30	52	11	265	39	3	♄	☿	♂
Dextrum adiutorium Cephei Alderaimin	♈	6	18	69	0	60	40	316	39	3	♅	☿	♄
Sinister humerus Boetis Leginus	♎	9	18	49	0	40	32	211	43	3	♄	☿	♃
Uociferans aut lanceator Alramech	♏	16	38	31	30	21	45	207	17	1	♅	☿	♂
Lucida cozone septentrionalis Alphecta	♍	4	18	44	30	28	51	227	44	2	♀	☿	♃
Caput herculis rasalgeti	♐	7	18	37	30	15	27	250	11	3	♂	☿	♃
Uultur cadens vvega	♑	6	58	62	0	38	36	274	12	1	♀ ☿ ♃ aut		♂
Cauda cigni Deneb ad diege	♒	28	48	60	0	43	43	306	15	2	♀	☿	♃
pect⁹ cassyopeie scheder	♉	0	28	46	45	53	45	2	43	3	♄	☿	♀
Dextrū lat⁹ p'sei Algēib	♉	24	28	30	0	47	42	41	56	2	♄	☿	♀
Caput agol Rasdalgol	♉	19	18	23	0	39	32	38	54	2	♄ ☿ ♀ aut		♅
Dircus Albaiot	♊	14	38	22	30	44	56	69	47	1	♂ ☿ ♃ ant		♅
Cap. serpē. Rasalanaue	♎	14	28	36	0	13	11	257	9	2	♄ ☿ parū		♀
Palma sinistra Serpentarij Yed	♍	24	38	17	30	1	58	237	25	3	♄ ☿ parū		♀
Aquila aut vultur volans Alkayr	♑	23	28	29	10	7	19	290	32	2	♂	☿	♅
Crus pegasi aut eq̄ maioris Scheat alpheratz	♓	21	48	31	0	25	3	339	29	2	♂	☿	♅
Humerus equi maioris Markab alpheratz	♓	16	18	19	40	12	41	239	7	2	♂	☿	♅
Muscida pegasi aut equi ma. Enif alpheratz	♒	24	58	21	30	7	5	320	8	3	♃	☿	♅
Umbilic⁹ equi maioris Alpheratz	♈	7	28	26	0	26	39	55	39	2	♂	☿	♅

✱ Tabula Stellarum fixarum Insigniorum ✱

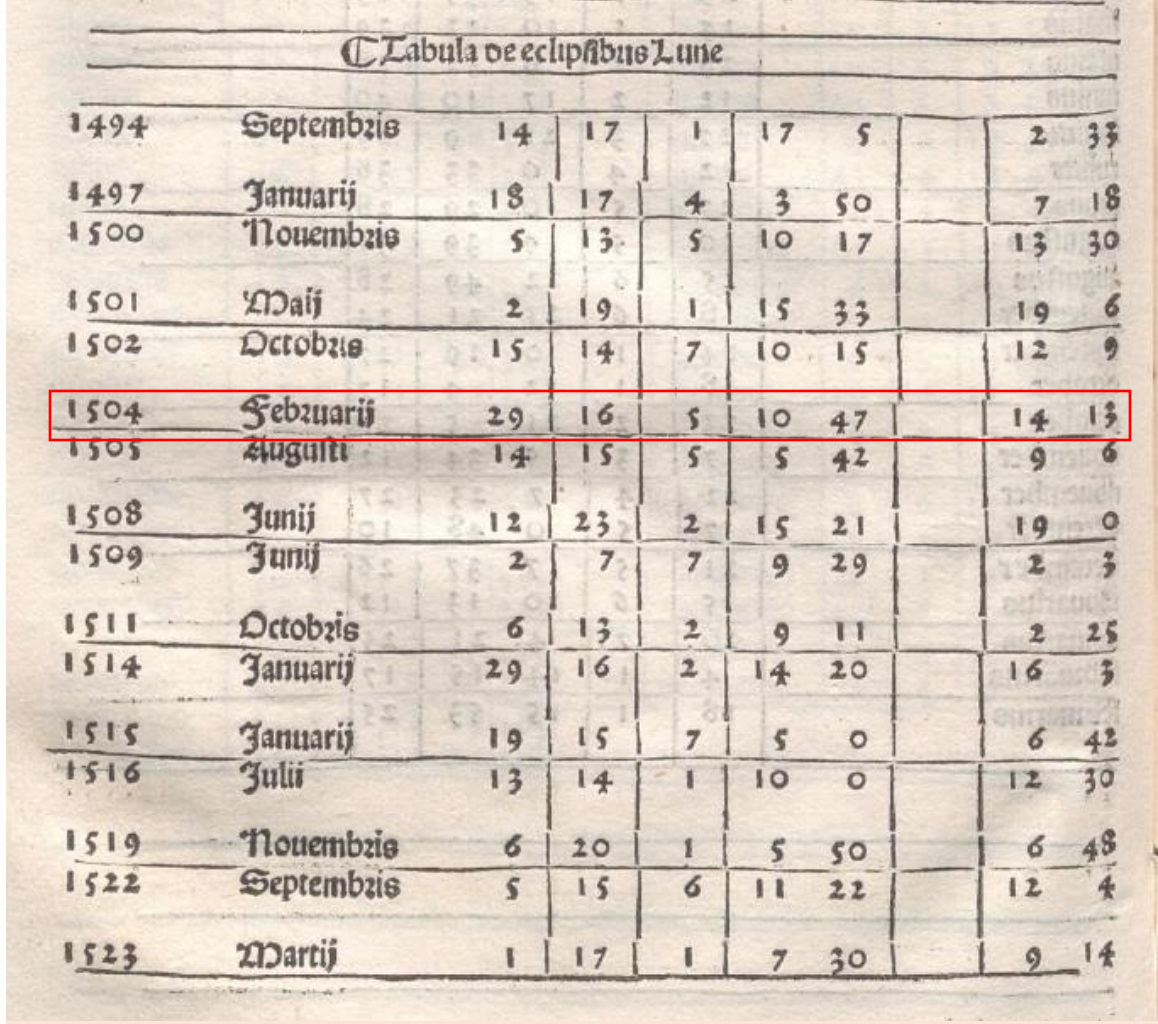
Nomina	Longitudo			Latitudo		Declinatio		Ascensio Recta		Magnitudo	Natura		
	s	g	m	g	m	g	m	g	m				
Umbilic⁹ andromade Mirach	♈	23	28	27	20	34	13	9	50	3			♀
Oculus tauri Aldebara	♉	2	18	5	10	15	55	61	12	1	♂	☿	♀
Pleyades	♉	21	48	4	30	32	36	48	6	5	♂	☿	☽
Athozaye		22	18	5	5	21	54	48	27	5			
Caput gemini antecedentis Rasdalgenze	♊	12	58	9	40	32	28	105	13	2			♃
Caput Hemini sequēti	♋	16	18	6	15	28	43	108	15	2			♂
Cor leonis Calbeleced	♌	22	8	0	10	14	19	144	34	1	♅	☿	♂
Cau. leo. Deneb eleced	♍	14	8	11	50	17	9	170	9	1	♄ ♀ ☿ parū		♃
Genu leonis	♌	21	48	8	30	22	19	147	8	2	♄ ☿ parū		♂
Dorsum leonis	♍	3	48	13	40	22	51	161	5	2	♄ ♀ ☿ parū		♃
Spica vginis Azimech	♎	16	18	2	0	8	16	194	0	1	♀ ☿ parū		♃
Lūinosior lācis meri.	♎	7	38	0	40	13	29	215	29	2	♄ ☿		♃
Luminosior lancis septentrionalis Libre.	♎	11	48	8	30	7	18	221	59	2	♄ ☿		♃
Cor scorpij calb alatrab	♏	2	18	4	0	24	36	239	20	2	♂	☿ parū	♅
Cauda scorpii	♏	17	8	13	20	36	8	254	26	3	♂	☿	♃
Cauda Capricorni Deneb Algedi	♒	14	28	2	10	18	36	317	37	3	♄	☿ ♅ aut	♃
Crus aqrij Scheat	♒	♓	1	18	7	30	18	0	336	8	3	♃	☿ parū	♄
Postrema fusiōis aque Fomahant	♒	19	38	23	0	36	36	330	52	1	♄	☿ parū	♅
Manus ceti Mēkar	♉	7	18	12	20	2	18	38	57	3			♄
Uēr ceti: Batakaytos	♈	14	38	20	0	12	39	21	17	3			♄
Cau. ceti Denebkaytos	♓	25	18	20	20	20	26	4	17	3			♄
Dexter humerus Orionis Bedelgeuze	♊	21	38	17	0	6	16	81	57	1	♂	☿	♃
Sinister humerus Orionis bellatrix Elgeuze	♊	13	58	17	30	4	12	74	47	2	♂	☿	♃
finister pes oriōis Rigel	♊	9	28	31	30	9	14	72	25	1	♅	☿	♄
Canis maior Albabor	♋	7	18	39	10	15	49	96	5	1	♅	☿ paru	♂
canis minor Algomeisa	♋	18	48	16	10	6	9	108	8	1	♃	☿ parū	♂
Lucida ydre Alphard	♌	19	38	20	30	4	32	135	43	2	♄	☿	♀
Fundus vasis	♍	15	58	23	0	15	39	158	0	4	♀	☿ parū	♃
ala ōctra corui algozab	♎	4	8	14	50	15	13	177	56	3	♄	☿	♂

TABLA ESTELAR

EPÍLOGO: *ABRAHAM ZACUTO Y LA GESTA COLOMBINA*

Cuando los Reyes Católicos recibieron la propuesta de Colón (viajar a las Indias atravesando el Atlántico), decidieron someterla a la consideración de varios colectivos, destacando entre ellos el que conocido con el nombre de Junta de Salamanca. No se sabe con certeza quienes fueron sus miembros, aunque sí el nombre de su presidente: Fray Hernando de Talavera, el cual sería después el primer Arzobispo de Granada. También es notorio que actuó entre 1486 y 1487, estando compuesta por teólogos, cosmógrafos y docentes (entre ellos Rodrigo Maldonado de Talavera, catedrático de la Universidad de Salamanca). Las reuniones de la Junta tuvieron lugar en la localidad de Valcuevo, en donde se levantó un monumento, en el año 1866, para conmemorar semejante acontecimiento. Cristóbal Colón asistió a alguna de ellas, tratando de convencer a los presentes con sus explicaciones, apoyado posiblemente en algún que otro mapa, acompañándolo incluso con un globo terráqueo. Dado el prestigio cosmográfico de que gozaba Abraham Zacuto, no sería extraño que hubiese participado en alguna de las deliberaciones de la Junta, aunque su condición de judío podría habérselo impedido; sin embargo, parece incuestionable que estaría al tanto de las discusiones y que haría lo posible para que colón le comentara los aspectos científicos de su proyecto. El futuro Almirante de Castilla sería asimismo conocedor del quehacer de Zacuto, ya que, se supone que el judeo-portugués José Vizinho (el cual sería después alumno de Zacuto) le entregó a Colón una traducción del Almanaque Perpetuo; antes que iniciase su travesía oceánica. Posteriormente, C. Colón escribiría en su diario que esa obra de Zacuto la habría valido tanto en el mar como en la tierra.

El dictamen de la Junta fue negativo, si bien las posteriores gestiones de los clérigos Diego de Leza, Antonio de Marchena y Juan Pérez (que había sido confesor de la Reina Isabel) resultaron determinantes para el éxito de la empresa. La utilidad de la obra de Zacuto en el nuevo mundo es de sobra conocida, al estar relacionada con el famoso eclipse de Luna que tuvo lugar el 29 de febrero de 1504; el cual sería observado desde la Isla de Jamaica (Colón la bautizó como Santa Jago, aunque los taínos la llamasen Xaymaca). También es sabido que Colón se valió del mismo para atemorizar a los indígenas, amenazándolos con que Dios oscurecería la Luna si persistían en su actitud hostil; se basó para ello en el anuncio del eclipse que figuraba, para ese mismo día, en el Almanaque de Zacuto. Cuando la Luna se eclipsó los nativos sintieron pánico y Colón trató de calmarlos, diciéndoles que intercedería ante el Dios cristiano para que la Luna volviese a su estado anterior; evidentemente, cuando finalizó el eclipse todo fueron muestras de agradecimiento para Colón y buena disposición para entregarle todo lo que les pidiera. Colón aprovechó la observación del eclipse para determinar la longitud de la Isla (siendo uno de los primeros en usar ese método desde la antigüedad), fijando su valor en $7^h\ 15^m$ al oeste de Cádiz; cometiendo un error grosero y por exceso de $2^h\ 30^m$, difícilmente explicable, aunque le sirviese de falsa evidencia para insistir en que había alcanzado la China.



Tabula de eclipsibus Lune

1494	Septembzis	14	17	1	17	5		2	33
1497	Januarij	18	17	4	3	50		7	18
1500	Nouembzis	5	13	5	10	17		13	30
1501	Maij	2	19	1	15	33		19	6
1502	Octobzis	15	14	7	10	15		12	9
1504	Febzuarij	29	16	5	10	47		14	13
1505	Auguſti	14	15	5	5	42		9	6
1508	Junij	12	23	2	15	21		19	0
1509	Junij	2	7	7	9	29		2	3
1511	Octobzis	6	13	2	9	11		2	25
1514	Januarij	29	16	2	14	20		16	3
1515	Januarij	19	15	7	5	0		6	42
1516	Julii	13	14	1	10	0		12	30
1519	Nouembzis	6	20	1	5	50		6	48
1522	Septembzis	5	15	6	11	22		12	4
1523	Martij	1	17	1	7	30		9	14

Almanach perpetuu[m] exactissime nuper eme[n]datu[m] ómniu[m] celi motuum cum additionib[us] in eo factis tenens complementum…Abraham Zacuto. Biblioteca Nacional de España.

Rodrigo Zamorano (1542-1620)

Cosmógrafo vallisoletano, astrónomo y matemático de Felipe II, piloto mayor y catedrático en la Casa de la Contratación de Indias. Rodrigo Zamorano nació en Medina de Rioseco y como miembro de una familia acomodada estudió en las universidades de Salamanca y Valladolid, siendo en esta donde se licenció. Tras ejercer como profesor particular en ambas capitales, entró al servicio de Pedro Fernández de Velasco con quien se trasladó a la corte de Madrid. En el año 1575 fijó su residencia en Sevilla, consiguiendo ser nombrado catedrático de Cosmografía y Arte de navegar de la Casa de Contratación el 20 de noviembre de ese mismo año; sus principales tareas eran enseñar y examinar a los pilotos, formar a los navegantes en cosmografía y astronomía aplicada, explicar el manejo de instrumentos tales como astrolabio y ballestilla, determinar la altura del polo (latitud) e instruir acerca de la lectura de las cartas náuticas. No obstante, una de sus contribuciones más notable fue la de su colaboración en la actualización del Padrón Real, el mapa secreto oficial del imperio. Más tarde, en 1586, fue nombrado Piloto Mayor de la Casa de la Contratación, el cargo técnico de mayor rango en la institución, que lo convirtió en la principal autoridad científica sobre la navegación atlántica española; lo que trajo consigo enfrentamientos, y pleitos indeseados, como los que mantuvo con Domingo Villarroel

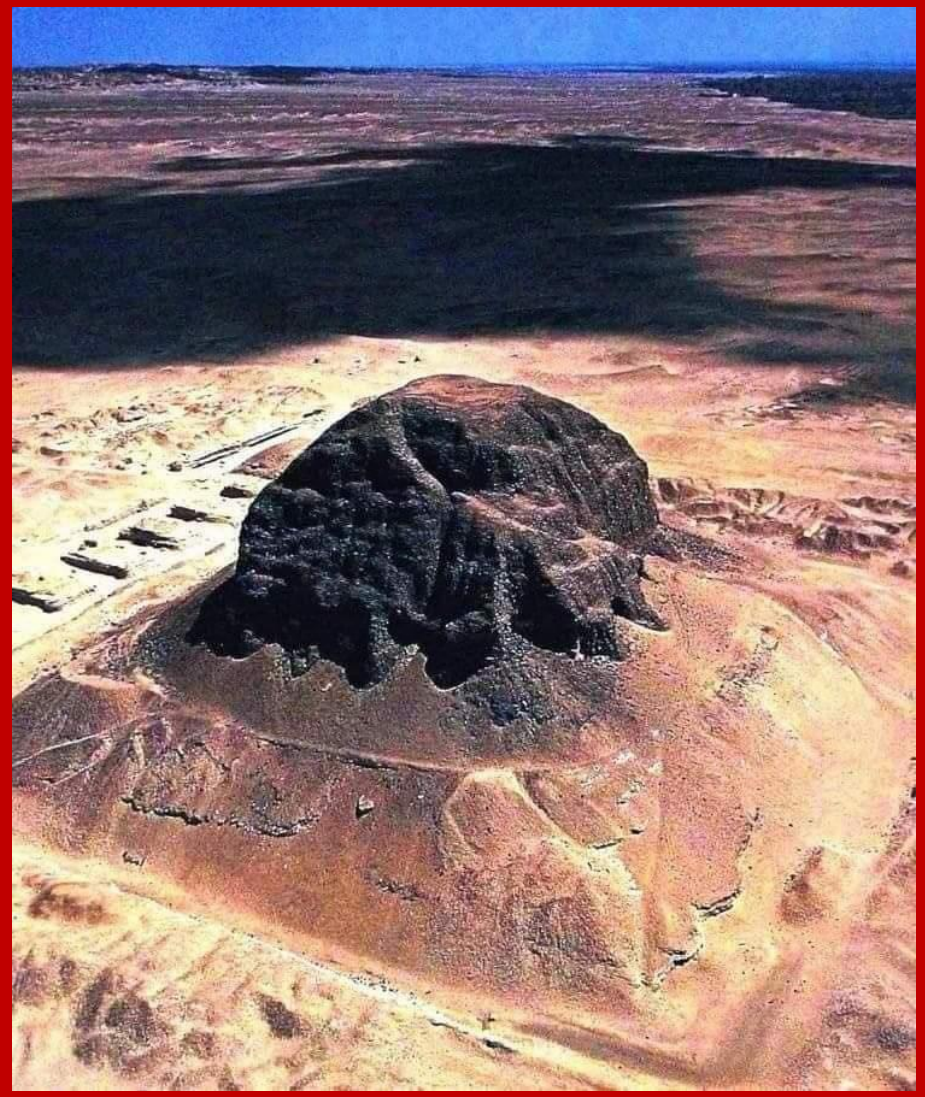
Es probable que estando al servicio de Fernández Velasco preparase Zamorano su primera obra: la traducción al español de Los seis primeros libros de la Geometría de Euclides; obra que sería publicada en Sevilla en el año 1576. Fue autorizada por licencia real firmada en Madrid el 24 de marzo de 1574, siendo dedicada al ilustre señor Luciano de Negrón, canónigo de la santa iglesia de Sevilla. El texto fue precedido por un discurso al lector, en el que se hizo un sucinto recorrido histórico de la Geometría, fijando sus orígenes en las disposiciones de Meris, Rey de Egipto (identificado con el faraón de la XII dinastía Amenemhat III), y citando a las principales figuras griegas; sobresaliendo entre todas ellas la de Euclides, «filósofo natural de Megara y Grecia, que fue el que más floreció, tomando muy muchas de aquellas invenciones antiguas, les añadió con su agudeza y sutileza de ingenio otras muchas». A continuación, cantó Zamorano las excelencias de la Geometría, como parte consustancial de otras disciplinas científicas que tienen necesidad de ella: «…hallaremos que lo principal que tiene en las artes la Arquitectura en el diseño de las plazas y constitución de los alzados de los edificios, y de donde más se ayuda, es de la Geometría. Y así se ve claro que por la falta de esta ciencia se han ciado muchos edificios, por no haberles dado la forma debida y que les era necesaria. La pintura y escultura en sus diseños y dibujos…

LOS SEIS LIBROS
PRIMEROS DELA GEOMETRIA
DE EVCLIDES.

Traduzidos en légua Eſpañola por Rodrigo çamorano Aſtrolo
go y Mathematico, y Cathedratico de Coſmographia por
ſu Mageſtad en la caſa de la Contratació de Seuilla
Dirigidos al jlluſtre ſeñor Luciano de Negró,
Canonigo dela ſancta yglesia de Seuilla.

Con licencia del Conſejo Real.
En Seuilla en caſa de Alonſo de la Barrera.
1576.

Eſta taſſado en



Piramidión del faraón Amenemhat III (S. XIX a.C), la cual coronó la pirámide negra que mandó construir en Dahshur. Herodoto atribuyó a este faraón la invención de la Geometría.

Alegoría de la Geometría. Una mujer en el centro, colocando un compás sobre un globo terráqueo con la mano derecha, sosteniendo un pergamino y un nivel en la otra mano, tres figuras sentadas a la izquierda, un cañón a la derecha, tres putti sosteniendo un velo en la parte superior, una ciudad al fondo. Grabado de> Cornelis Schut (1635-1645). *British Museum.*

tienen tanta necesidad de ella, que lo principal de su are está puesto, y consiste en el buen conocimiento de la Geometría, sin la cual, a ninguna cosa de las que hacen se les puede dar buena proporción y medida. Muy mal puede e nivelador de aguas traerlas bien al lugar donde desea, sin ayuda de la Geometría. Ni el ingeniero, así en la guerra como en la paz dará bien sin Geometría la proporción a que sus máquinas se debe. El capitán y el soldado, fueron de estas muchas cosas en que cada día experimentan esto, lo echan de ver, en cuanto hace la figura para la fortaleza del cuadro. El artillero también con la geometría mide la distancia o intervalo según la potencia de las piezas con que tira y hace las minas para volar los fuertes. Pero mucho más se echa de ver en las ciencias de las cuales la Astronomía podría muy mal probar y demostrar las cantidades y proporciones de los cuerpos celestiales y de la Tierra para el conocimiento de los movimientos del Sol y Luna, si todas sus demostraciones no las hiciese la geometría: de la cual en la Astronomía se han sacado tanta multitud de cosas dignas de admiración y sutileza que parecen trascender la capacidad humana. La Cosmografía bien claramente da a entender cuanto se aprovecha de esta ciencia en la descripción de las provincias y sitio de los lugares, y ambas a dos en la composición de tantos instrumentos como tiene por medio e intercesión de la Geometría. La ciencia de la Perspectiva con Geometría prueba todas sus conclusiones y escudriña los interiores secretos de las obras de natura,…La filosofía natural que escribieron Platón, Aristóteles y todos los antiguos está

llena de ejemplos geométricos, que sin esta ciencia es imposible poder y filosofía saber el día de hoy cosa alguna».

El Padrón Real, o Carta Universal, fue el prototipo del mapamundi, oficial y secreto, cuya actualización permanente era uno de los objetivos de la Casa de Contratación. En la imagen se presenta una copia del mismo, realizada por el portugués Diego Ribero en el año 1529; el primer Cosmógrafo de S.M. nombrado en 1523.

En la reseña de la Real Academia de la Historia sobre R. Zamorano se detallan los cargos que fue ocupando desde que ocupó la Catedra de Cosmografía en 1575. Por Real Cédula de 26 de agosto de 1579 «se le nombró Cosmógrafo de hacer cartas, haciéndole entrega de una de las dos llaves del arca que guardaba los sellos con que se sellaban las cartas de marear e instrumentos para la navegación, tal como marcaban las Ordenanzas, … por cédula de 13 de abril de 1586, se le nombra Piloto Mayor, tomando posesión el 14 de mayo de ese año, sustituyendo al anciano cosmógrafo Alonso de Chaves, primero por cuatro años, y en 1590 por otros cuatro. Entre 1596 y 1598 deja de ocupar el puesto de piloto mayor, por nombramiento de Andrés García de Céspedes, que se traslada a Sevilla para realizar la Enmienda de los instrumentos. Así, Rodrigo Zamorano, como catedrático de cosmografía, enseñaba a los pilotos que hacían la Carrera de Indias; como cosmógrafo, fabricaba los instrumentos para la navegación y hacía las cartas de marear; como piloto mayor, presidía el tribunal encargado de juzgar los conocimientos de los primeros y dictaminaba sobre los segundos y las cartas de marear».

COMPENDIO
DE LA ARTE DE NAVEGAR,
DE RODRIGO C, AMORANO,
Astrologo y Matematico, y Cosmografo de la Magestad Catolica de Don Felipe segundo Rey de España,
Y su Catedratico de Cosmografia en la casa de la Contratacion de las Indias de la Ciudad de Seuilla.

¶AL MVY ILVSTRE SEÑOR EL Licēciado Diego Gasca de Salazar, Presidēte enel Consejo Real de las Indias.

PRAECLARVM HOC QVAM ILLVD NON MINVS

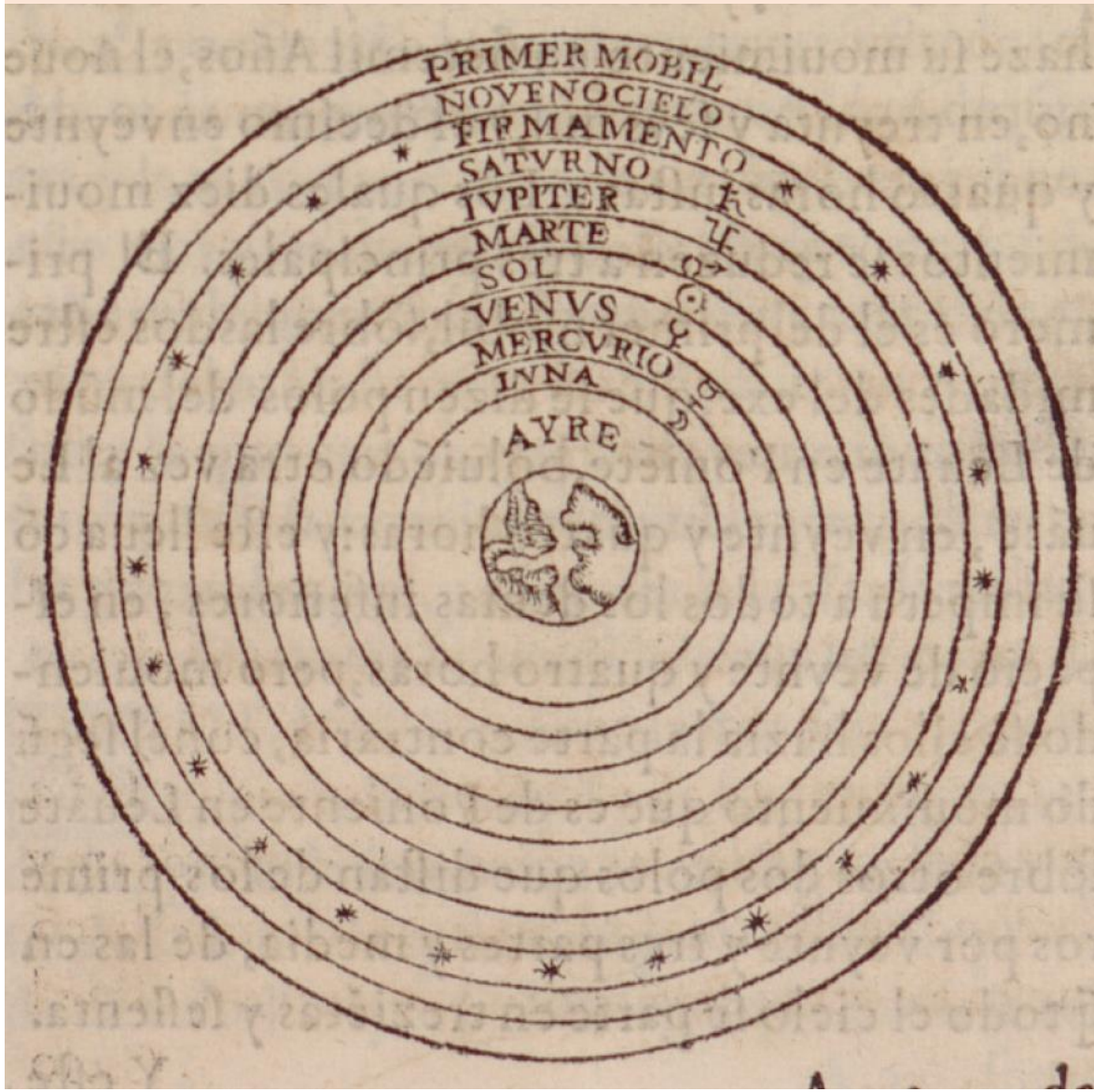
¶EN SEVILLA. Año. 1581.

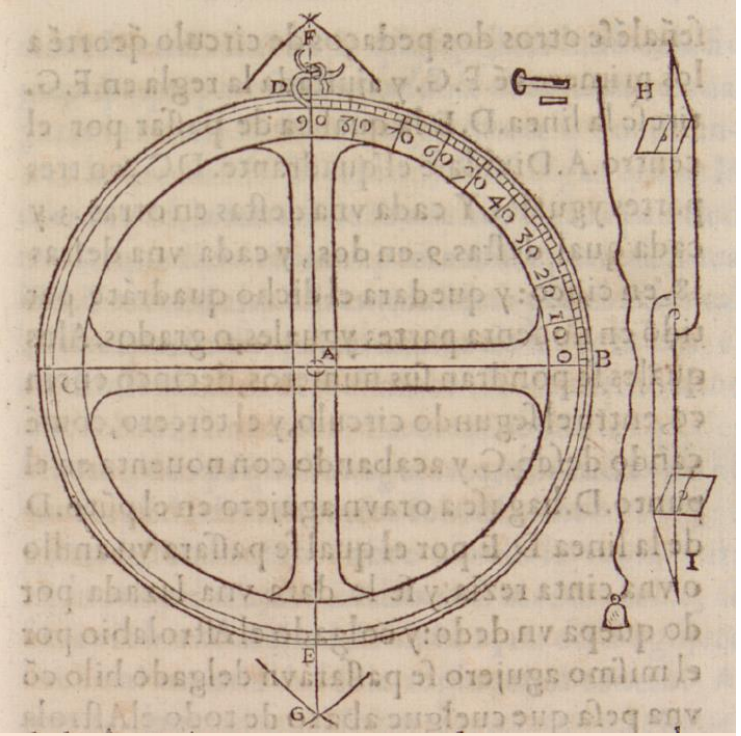
R. Zamorano aprovechó la preparación de sus clases en la Cátedra de Sevilla para redactar un pequeño manual, con el título de Compendio del Arte de Navegar, publicado en el año 1581; aunque la correspondiente licencia fuese aprobada en Madrid el 26 de noviembre de 1580. La obra fue dedicada al Presidente del Consejo de Indias, el licenciado Diego Gasca de Salazar. A modo de presentación, iba precedido el texto de una advertencia al lector, en la que se le hacía ver la importancia de tabla que incluía con los valores de la declinación del Sol a lo largo del año: «que por dos cosas hasta ahora en todos los Regimientos de la navegación ha sido errada, y fuera de toda verdad», se refería Zamorano a la nueva duración del año (365 días, 5 horas y 49 minutos, en lugar de 365 días y 6 horas) y al valor corregido de la declinación en el solsticio de varano. El contenido del manual fue perfectamente resumido por el autor, al comienzo del mismo: «Toda la Arte con que se navega por derrotas y alturas, se divide en dos partes principales, Teórica y Práctica. La Teórica da el conocimiento de la compostura de la esfera del Mundo, en

Frontispicio del Compendio de la Arte de Navegar

general, y en particular enseña el número, figura y movimientos de los cielos, principalmente el Primer Móvil, noveno, octavo, cuarto y primer cielo, la figura, cantidad y sitio de los Elementos, principalmente Tierra y Agua, y los círculos que en esta Esfera se imaginan, sin cuyo conocimiento es imposible navegarse. La Práctica enseña la fábrica, composición y uso de los instrumentos que en la navegación sirven, cual es el Astrolabio, Ballestilla, Aguja, y Reloj, con el regimiento del Sol, y de las Estrellas, las reglas de la Luna, y de las Mareas, y la declaración de la Carta: con otras cosas a esto pertenecientes». De la primera parte ha de reproducirse el contenido íntegro del capítulo octavo (*la cantidad Absoluta de la tierra*), por concretarse en él el tamaño de la Tierra: «Y puesto caso que la bola, que tierra y agua hacen, comparada con el cielo de las estrellas, sea como centro y punto, con todo eso tomada por sí, tiene en su mayor círculo seis mil trescientas leguas españolas comunes, lo cual se percibe de que tomados dos puntos o cabos de tierra, que entre si estén en una línea meridiana y diferentes en apartamiento del medio del mundo, por una parte, de las que el mundo tiene trescientas sesenta, se halla, así por navegaciones, como por camino de tierra, que distan por diez y siete leguas y media, de las que cada una tiene cuatro il pasos, y cada paso cinco pies, y cada pie diez y seis dedos, y cada dedo cuatro granos de cebada».

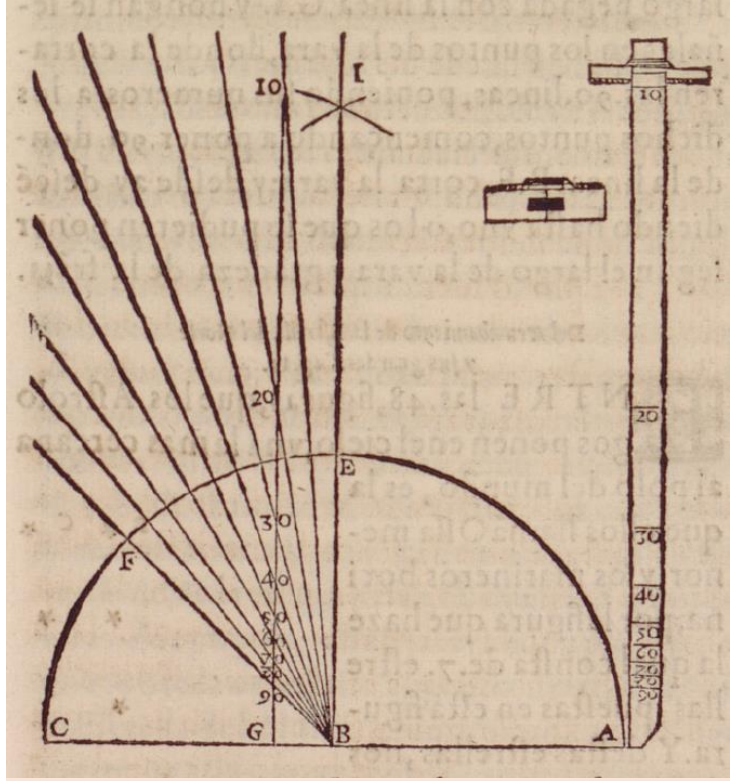
Figura en que se ve la composición de toda la Esfera del mundo.





SEGUNDA PARTE. Capítulo I. *De la Composición del cuadrante o Astrolabio.*

Esta obra de Zamorano fue clave para la náutica española del siglo XVI, pues se publicó en plena expansión marítima; justo cuando se necesitaba perfeccionar la formación de los pilotos con manuales en los que se combinaran teoría matemática, astronomía práctica y el manejo de instrumentos. se reeditó en varias ocasiones (1582, 1586, 1588 y 1591) y fue traducida al inglés por Edward Wright, el cual la añadió como anexo en su celebrada publicación *Certaine Errors of Navigation**; incluyendo el índice con los títulos de los 60 capítulos, de que constaba el Compendio de Navegación de Zamorano.



Capítulo II. *De la Composición y fábrica de la Ballestilla*

La gran difusión que tuvo la obra de Wright, hizo que Zamorano adquiriese fama internacional, aunque en España alcanzara mayor proyección social a partir del año 1585, en que se publicó su obra más conocida: *Cronología y repertorio de la razón de los tiempos, el más copioso que hoy se ha visto compuesto*. En la licencia, firmada por Felipe II en San Lorenzo del Escorial el 28 de agosto de 1584 se indicaba que contenía «con gran distinción y claridad nuevas cosas que en otros Repertorios han estado muy oscuras, confusas y no bien determinadas, será de mucha satisfacción para los hombres doctos, y de gran claridad y facilidad para la gente vulgar, que en muchos casos de gran importancia tiene gran necesidad de dicho libro, y así será de mucho beneficio para los médicos, agricultores, navegantes, y en general para toda la república». En esta ocasión dedicó su trabajo al Ilmo. Sr. Hernando de Vega y

*En esta obra incluyó el estudio analítico del desarrollo cilíndrico y directo de Mercator.

DE LOS TIEMPOS

El mas copioso que hasta hoy se ha visto

COMPVESTO POR EL

Licenciado Rodrigo Camorano Cosmographo de su Magestad.

DIRIGIDO AL ILVSTRISSIMO señor Hernando de Vega Presidente del Consejo Real de las Indias.

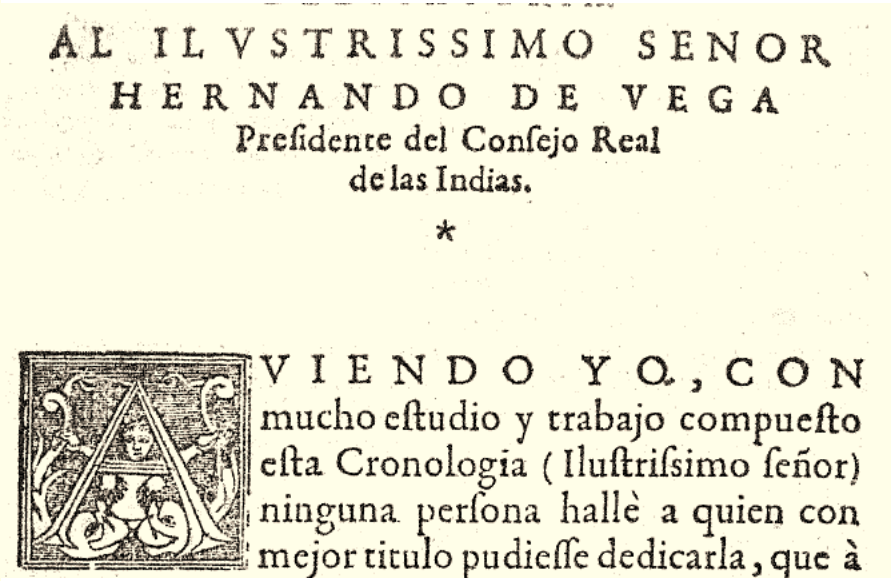
Va reduzido à la nueva cuenta del año, con el Lunario hasta el año 1630. Es obra utilissima a los Medicos, Astrologos, Agricultores, Navegantes, e Historiadores: y en general para toda la Republica.

CON PRIVILEGIO.

En Sevilla, en la Imprenta de Andrea Pescioni y Iuan de Leon.

1585.

Portada de la obra *Cronología y repertorio de la razón de los tiempos, el más copioso que hoy se ha visto compuesto*. Biblioteca del Hospital Real. Universidad de Granada



AL ILVSTRISSIMO SENOR HERNANDO DE VEGA

Presidente del Consejo Real de las Indias.

*

AVIENDO YO, CON mucho estudio y trabajo compuesto esta Cronologia (Ilustrissimo señor) ninguna persona hallè a quien con mejor titulo pudiesse dedicarla, que à

Fonseca, Presidente del Consejo Real de las Indias y también de la Chancillería de Granada. Zamorano resumió en dicha dedicatoria el contenido de los cinco libros en que dividió su obra: «En el primero me pareció poner las causas del tiempo, que son los Cielos y sus movimientos, con las propiedades suyas y de los elementos. En el segundo las diferencias de tiempos que han usado las gentes en e contar las duraciones de las cosas. En el tercero traté del cómputo de los tiempos que usa la Iglesia Romana en la celebración de las fiestas, reduciendo las cuentas suyas a tablas claras y perpetuas; y justamente hice reglas muy fáciles para que cada uno, sin andar cargado de libros, pueda saber lo mismo de memoria. Puse también el Lunario de las conjunciones y oposiciones del Sol y Luna, hasta el año 1630 y el medio de conocer los efectos que causaran los Eclipses. En el cuarto puse todas las señales que escribieron los Filósofos y las que yo tengo observadas para conocer la mudanza de los tiempos y del aire, así por lo que en él y en el cielo se ve, como por las cosas que se perciben en los dos elementos tierra y agua y cosas suyas, y de los que serán enfermos y pestilenciales; y la manera de conocer y juzgar los efectos de los Cometas. En él traté de los días Críticos y tiempos electivos para aplicar las medicinas a los enfermos, y los que se deben observar en la cultura del campo, plantas y ganados. En el quinto puse una recapitulación de la Cronología y discurso de los tiempos y años en que han

sucedido las cosas más notables del mundo, desde su principio hasta la muerte de nuestro redentor, que fueron cuatro mil años. Y desde ahí hasta el de mil y quinientos y ochenta y cuatro dividile en tres órdenes. En la primera procede el Catálogo de los Sumos Pontífices desde San Pedro…hasta Gregorio decimo tercio, que fue el que reparó el año y Calendario Romano a su antigua orden. En la segunda el Catálogo de los Emperadores de Roma desde Julio Cesar hasta Rodolfo…En la tercera y última la sucesión de los Reyes de España con los más señalados hechos que hicieron, desde el Diluvio».

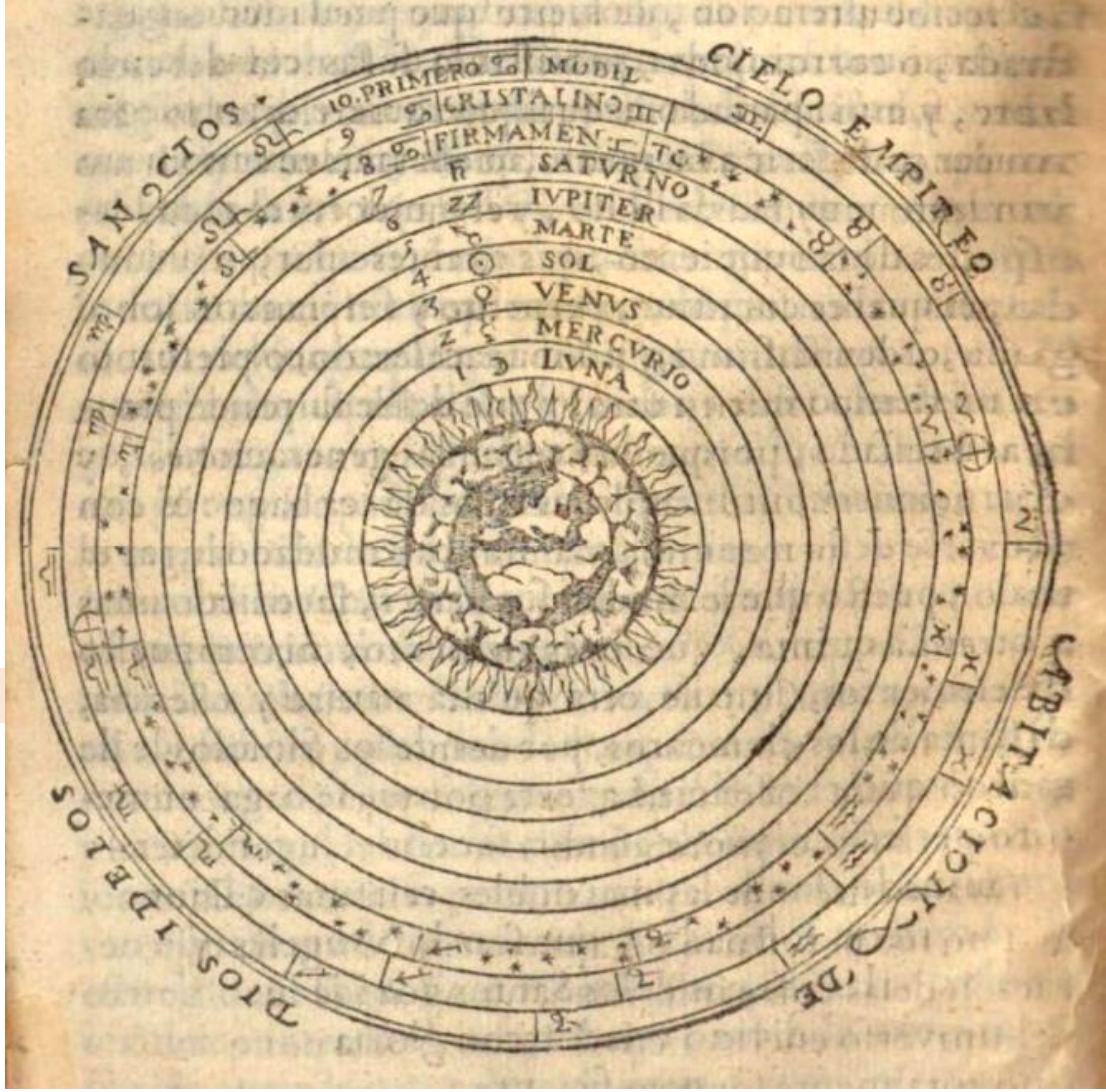
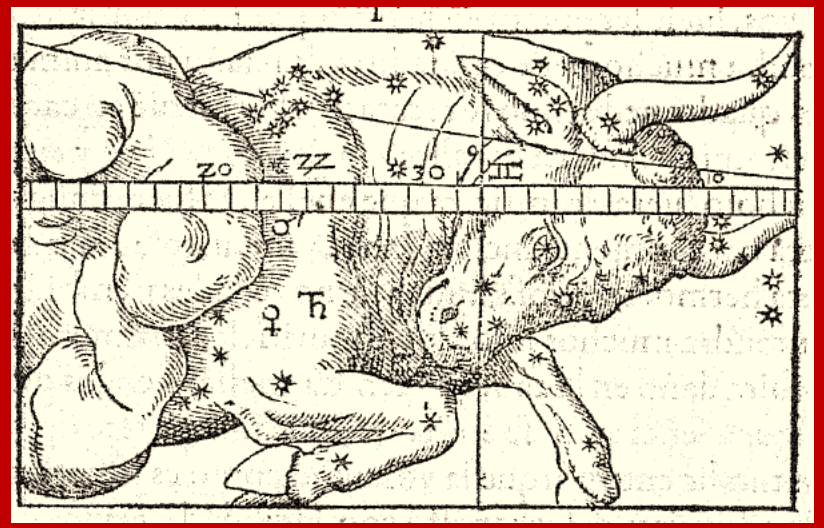


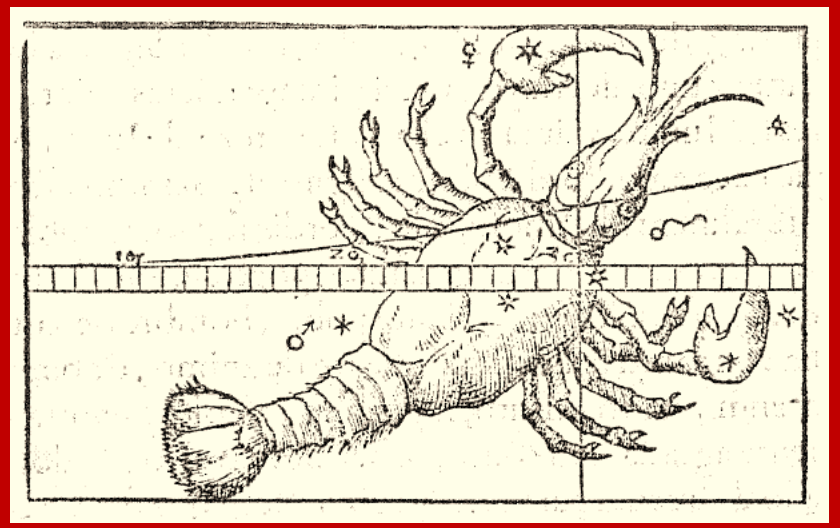
FIGURA DE LA MAQUINA del mundo y sus partes, conforme al sitio en que Dios crio y ordenó los cielos y elementos

La Cronología de Zamorano fue iluminada con muchas figuras muy bien delineadas, abundando sobre todo en el libro primero: del Mundo y sus partes, y propiedades naturales de los Cielos y elementos. De entre todas ellas sobresale la representación del modelo geocéntrico del universo, rodeado por el Cielo Empíreo, una versión actualizada de la que ya reprodujo en el *Compendio de la Arte de Navegar*. Igual de reseñables son los bellos dibujos de los doce signos del zodiaco, correspondientes al capítulo noveno: De los Círculos equinoccial y Zodiaco: y división del cielo. Mención aparte merecen las cuidadas imágenes alegóricas de los planetas, a saber: del séptimo cielo y su planeta Saturno, del sexto cielo y su planeta Júpiter, del quinto cielo y su planeta Marte, del cuarto cielo y su planeta Sol, del tercer cielo y su planeta Venus, del segundo cielo y su planeta Mercurio, del primer cielo y su planeta Luna. Los capítulos, del libro II, dedicados a los

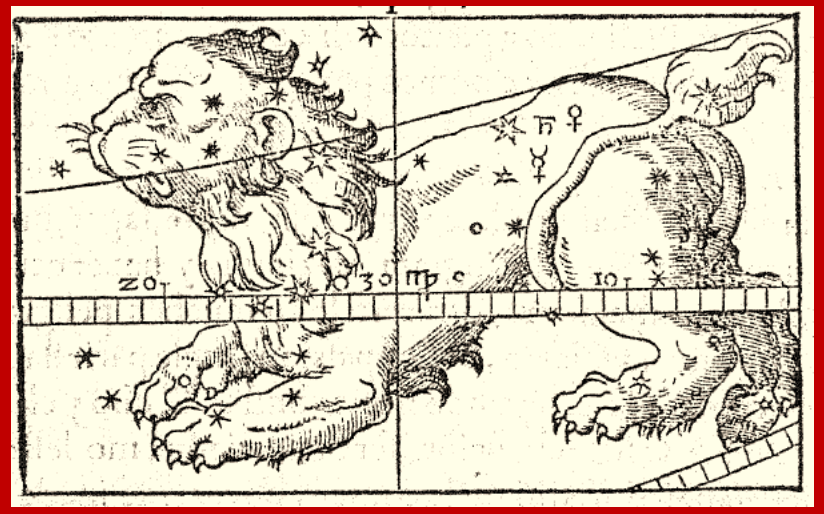
TAURUS



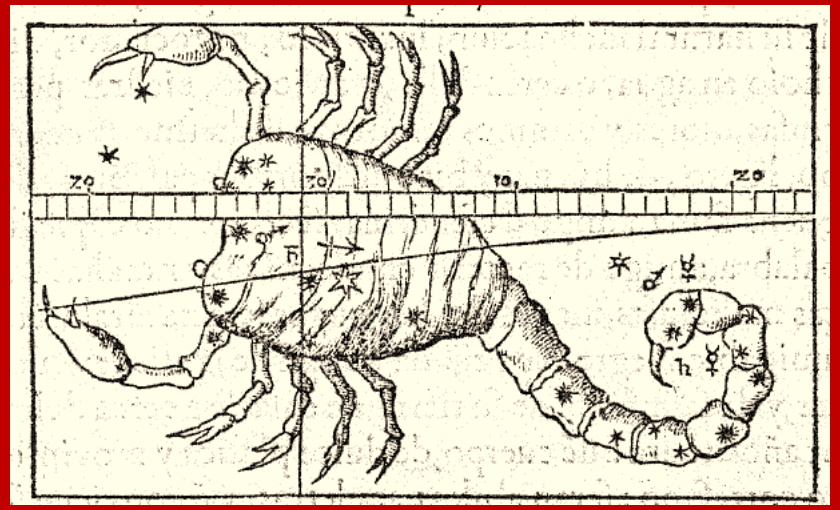
CANCER



LEO



ESCORPIO



meses del año también se iluminaron con imágenes alegóricas de cada uno de ellos, en ediciones posteriores; haciendo así más amena la explicación etimológica de la denominación de cada uno de ellos.

Al referirse Zamorano al elemento tierra, en el capítulo 42 del libro primero, consideró que los terremotos eran fenómenos relacionados con el viento, siguiendo así la doctrina aristotélica; tras comentar que la tierra tenía en algunas partes muchas concavidades y poros, añadía: «…donde cerrado el viento y exhalaciones, y hallando la superficie muy cerrada y tupida, causan grandes terremotos en las partes de la tierra, aunque ella de suyo sea inmóvil y firme». Acto seguido volvió a referirse al tamaño de la Tierra, ampliando lo que ya escribió en su Compendio de navegación, al concretar en este mismo capítulo los valores del diámetro y radio del globo terráqueo: «…Y así se halla por la proporción del círculo a su diámetro, que el diámetro de la tierra, (o la línea derecha que saliendo de un punto de su superficie, y pasando por el centro, llegase hasta el punto opuesto, en la parte contraria) viene a tener dos mil y cuatro leguas y seis onzavos de otra legua; y tanto hay de aquí a nuestros antípodas. Cuya mitad es mil y dos leguas, unos tres onzavos de una legua, que es la distancia que hay

desde nosotros al centro del mundo. Y de esta manera sirve la tierra por medida, para medir los cuerpos celestiales, Sol, Luna, Cielos y Estrellas».

Siendo consciente Felipe II del valor estratégico del Estrecho de Magallanes, quiso construir un fuerte que asegurase el control de aquellos territorios; encargándole al Consejo de Indias la planificación de la expedición que lo hiciera posible. Es entonces cuando cobra protagonismo Zamorano, al preparar las cartas de marear y los instrumentos científicos necesarios. En tales tareas contó con la colaboración de Pedro Sarmiento de Gamboa, el cual sería nombrado, a finales de 1580, Gobernador y Capitán General de las Tierras del Estrecho de Gibraltar; aunque la flota fuese comandada por Diego Flores Valdés, General de la Armada del Estrecho. El propio Zamorano le entregó a este los astrolabios, brújulas y regimientos en Sanlúcar de Barrameda, desde donde zarparon el 27 de septiembre de 1581, para regresar poco después a causa de los daños ocasionados por una tormenta; para reemprender la travesía el 9 de diciembre desde la ciudad de Cádiz. Una curiosidad digna de ser recordada es que P. sarmiento escribió en Río de Janeiro (1.6.1583) una relación en la que dio cuenta de la observación en Lima de un eclipse de luna, detallando que, al comparar la hora de observación con la anotada por Zamorano en Sevilla, dedujeron la longitud «y hecha esta averiguación, que fue bien rara, dice cual hasta entonces ninguno especuló, fue admiración a los que lo vieron y satisfacción a todos los que lo entendieron». Aunque finalmente desembarcaran los expedicionarios en 1584 y construyeran las fortalezas de *Nombre de Jesús* y *Rey Felipe* (luego conocida como *Puerto del Hambre*), ambas tardaron poco en desaparecer por el rigor del clima.

El cosmógrafo y explorador Pedro Sarmiento de Gamboa

Bernardo José Zaragoza y Villanova (1627-1679)

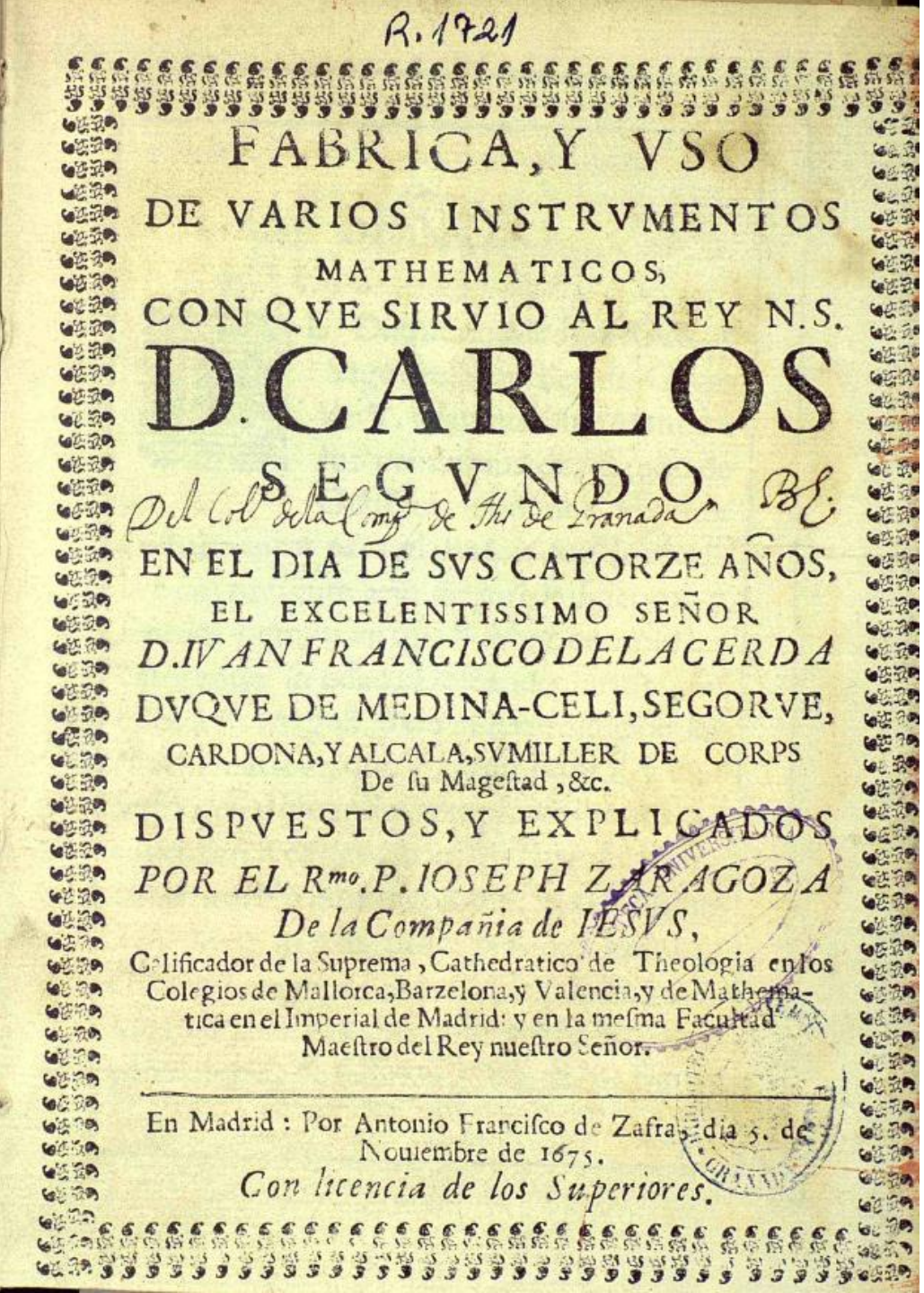
Astrónomo, matemático y jesuita valenciano, considerado uno de los científicos más importantes de la España del siglo XVII; formó parte del grupo de pensadores, conocidos como novatores, que impulsaron en ella la renovación científica previa a la Ilustración. Bernardo José Zaragoza y Villanova nació en Alcalà de Xivert-Alcossebre (Castellón de la Plana), estudió en el seminario antes de hacerlo en la Universidad de Valencia, consiguiendo doctorarse en Filosofía. Muy temprano debió ser su interés por las matemáticas y su dominio e las mismas, pues al finalizar sus estudios se le ofreció una cátedra de esa disciplina; aunque declinara la oferta en favor de la teología, ingresando en 1651 en el noviciado oscense de la Compañía de Jesús. Finalizada su formación se le envió en comisión a Calatayud, para que impartiera clases de retórica, desde esa ciudad se puso en contactó con el destacado jesuita A. Kircher, en 1555, para comentarle que había leído algunas de sus obras y solicitarle información sobre otras de matemáticas, centradas principalmente en los logaritmos y en el álgebra. De allí se trasladó a Mallorca, en donde enseñó artes y teología; su estancia en esta ciudad le permitió conocer a Vicente Mut Armengol, el cual debió ser clave para que Zaragoza se decantara al final por la astronomía y las matemáticas. No obstante, después de dejar Mallorca, enseñó teología, tanto en Barcelona como en Valencia.

Diez años permanecería el padre Zaragoza en Valencia, como profesor del Colegio de San Pablo Apóstol, el primer centro de enseñanza creado por la Compañía de Jesús en España. Durante ese periodo se relacionó con diversas personas con sus mismas inquietudes científicas, con los que llegó a colaborar en la realización de distintas observaciones astronómicas; logrando a través de sus discípulos que la ciudad de Valencia se convirtiese en uno de los núcleos más activos de la renovación científica española*. Uno de sus alumnos más distinguidos fue Gaspar Messía Felipez de Guzmán, Capitán General del Reino de Valencia (1666), que nunca dejó de alabar a quien había

1) Claustro del antiguo Colegio de San Pablo Apóstol, hoy Instituto de Enseñanza Secundaria Luis Vives. 2) Claustro del Colegio Imperial de Madrid, hoy Instituto de Enseñanza Secundaria San isidro.

sido su maestro. El prestigio de Zaragoza era tal, que en el año 1670 se le otorgó la Catedra de Matemáticas de los Reales Estudios en el Colegio Imperial de Madrid (también denominado Colegio de San Pedro y San Pablo), regentado por los jesuitas; siendo tan evidentes sus conocimientos y sabiduría, que fue aclamado como *vir omnibus scientiiis et dotibus ornatissimus, mathematicorum patronus pariter et princeps* (Hombre adornado con todas las ciencias y dotes, patrono y príncipe de los matemáticos). En el año 1675 lo hizo preceptor suyo, y Maestro de Matemáticas, el Rey Carlos II (El hechizado); para el que escribió *Geografía de Príncipes*, de acuerdo con su biógrafo Armando Cotarelo Valledor (El P. José

*Así se dice en la reseña que hizo la Real Academia de la Historia (Historia Hispánica) sobre nuestro protagonista.



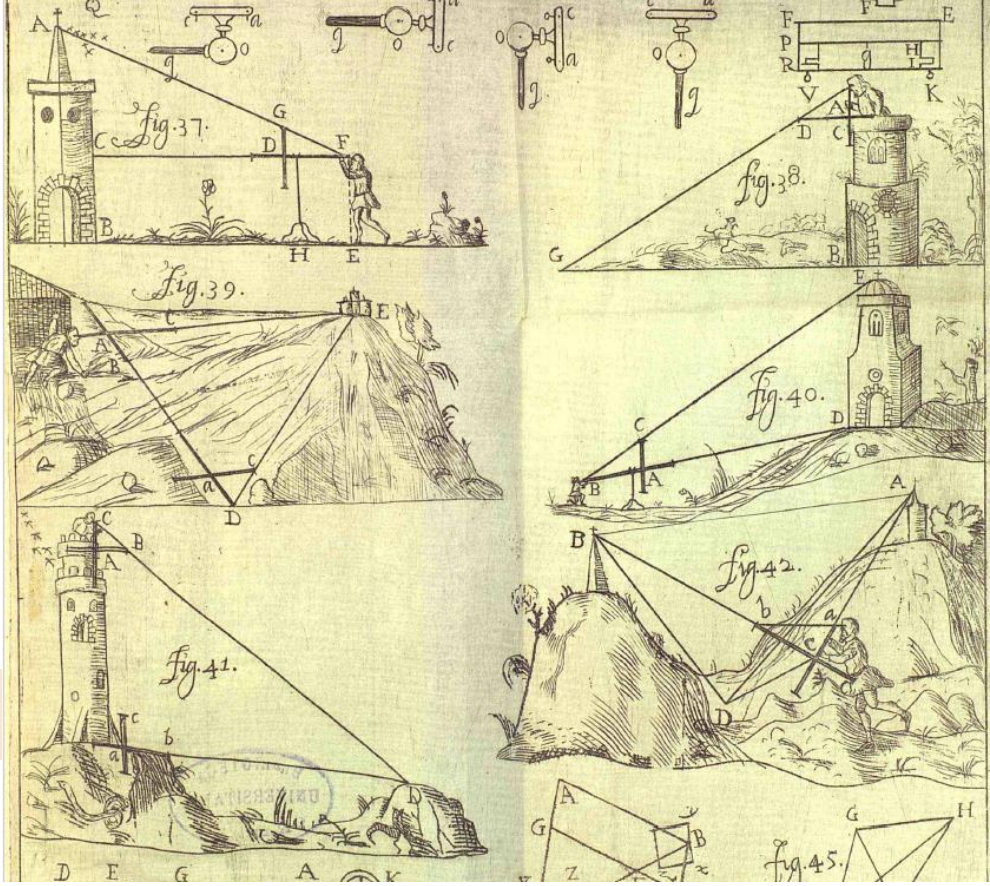
R. 1721

FABRICA, Y VSO
DE VARIOS INSTRVMENTOS
MATHEMATICOS,
CON QVE SIRVIO AL REY N.S.
D. CARLOS
SEGVNDO.
Del Col. de la Comp. de Ths de Granada BE.
EN EL DIA DE SVS CATORZE AÑOS,
EL EXCELENTISSIMO SEÑOR
D. IVAN FRANCISCO DE LA CERDA
DVQVE DE MEDINA-CELI, SEGORVE,
CARDONA, Y ALCALA, SVMILLER DE CORPS
De su Mageſtad, &c.
DISPVESTOS, Y EXPLICADOS
POR EL Rmo. P. IOSEPH ZARAGOZA
De la Compañia de IESVS,
Calificador de la Suprema, Cathedratico de Theologia en los Colegios de Mallorca, Barzelona, y Valencia, y de Mathematica en el Imperial de Madrid: y en la meſma Facultad Maeſtro del Rey nueſtro Señor.

En Madrid: Por Antonio Franciſco de Zafra, dia 5. de Nouiembre de 1675.
Con licencia de los Superiores.

Zaragoza y la Astronomía de su tiempo. 1935), una obra inédita «con mapas y láminas de Flandes la cual quedó inédita, no obstante, el mucho aprecio que de ella hacía Carlos II». Horacio Capel, comentaba en su artículo *La Geografía como Ciencia Matemática mixta, la aportación del circulo jesuítico madrileño en el siglo XVII* (*Geocrítica* 1980. Universidad de Barcelona), que Zaragoza, como maestro real y con motivo del decimocuarto cumpleaños del Rey, había construido variados instrumentos; acompañándolos con un *Tratado sobre la Fábrica y Uso de varios instrumentos matemáticos, con que sirvió al Rey N.S. D. CARLOS segundo* (1675), para el que contó con la colaboración de sus discípulos Juan de Andosilla y Bartolomé Alcázar. El mismo Zaragoza señalaba al comienzo del libro que fue el duque de Medinaceli quien le había hecho el encargo, añadiendo: «Deseando servir con ellos a S. Magest. Para el Ejercicio de las Matemáticas, que V. Mag. honra, y ennoblece, dignándose emplear algunos ratos en tan real, como útil, y curioso divertimento: No pude negarme, ni al servicio de V. Mag. ni a los preceptos del Duque. Gasté los primeros días en idear la Obra, y luego me pareció necesario añadir la explicación de la fabrica y Uso de los Instrumentos. Esta se comenzó a escribir, y a imprimir justamente el día seis de Octubre, porque llegase a manos de V. Mag. de mejor letra el día cinco de noviembre». La Memoria de los instrumentos

detalla cada uno de los catorce que construyó: una regla metálica de una vara de largo, una pantómetra militar, un triángulo filar de dos pies, una cruz geométrica («instrumento universal para medir todo género de alturas, profundidades, y distancias accesibles o inaccesibles, con tanta facilidad, que el mismo de la distancia, o altura sin dependencia de la Aritmética o Trigonometría»), un rombo gráfico, un triángulo equilátero, otro triángulo menor, un anteojo de larga vista, un compás armónico, un compás de varillas, una cadenilla de diez pasos geométricos, una plancheta, un trípode para todos los instrumentos y una escuadra de vara para la campaña.



Aplicaciones diversas de la cruz geométrica, tal como figuran al final de la obra del Padre Zaragoza: *Tratado sobre la Fábrica y Uso de varios instrumentos matemáticos, con que sirvió al Rey N.S. D. CARLOS segundo*.

La producción bibliográfica de Zaragoza fue eminentemente didáctica y centrada tanto en las matemáticas como en sus aplicaciones a otras ciencias: astronomía, cartografía, geografía matemática, navegación e instrumentación científica. Entre sus tratados sistemáticos de matemáticas caben citarse los tres siguientes: *Arithmetica Universal que comprehende el arte menor y mayor, Algebra vulgar y espaciosa*, publicado en Valencia (1669) y dedicado al Rey Carlos II. *Geometría especulativa y práctica de los planos y sólidos*, publicada en Valencia (1671); un nuevo enfoque de los clásicos *Elementos de Euclides*. *Trigonometría Española, resolución de los triángulos planos y esféricos, Fabrica y uso de los senos y logaritmos*; publicado en Mallorca (1672), poco después de ser nombrado Catedrático de Matemáticas en los Estudios Reales del Colegio Imperial de Madrid. Este tercer libro iba presidido por una dedicatoria al Exmo. Sr. Don Francisco de Moura y Corte Real, de la que fue autor Antonio de la Zerda, discípulo de Zaragoza. No obstante, la

ARITHMETICA VNIVERSAL

QVE COMPREHENDE

EL ARTE MENOR, Y MAIOR,

ALGEBRA VVLGAR, Y ESPECIOSA.

AVTHOR

EL M. R. P. IOSEPH ZARAGOZA DE la Compañia de Ieſus Maeſtro en Philoloſophia, Cathedratico de Theologia Eſcolaſtica en los Colegios de la Compañia de Ieſus de Mallorca, Barcelona, y Valencia, Calificador del Santo Oficio de la Inquiſicion.

CONSAGRADA

A LA CATHOLICA MAGESTAD DE D. CARLOS II. REY DE LAS ESPAÑAS NVESTRO SEÑOR.

CON LICENCIA EN Valencia, por Geronimo Vilagraſa, junto al Molino de Rovella, año 1669.

GEOMETRIA

ESPECVLATIVA,

Y PRATICA

DE LOS PLANOS, Y SOLIDOS.

AVTHOR

El M.R.P. Ioſeph Zaragoça, de la Compañia de Ieſus, Calificador del Santo Oficio, Cathedratico de Theologia Eſcolaſtica en los Colegios de Mallorca, Barcelona, y Valencia, y agora de Mathematicas en los Eſtudios Reales del Imperial de Madrid.

IMPRESSA

DE ORDEN DEL EXCELENTISSImo ſeñor Marques de Leganes, y dedicada a ſu Excelencia por Ioſeph Vicente del Olmo Cauallero, Secretario del Santo Oficio.

CON LICENCIA,

En Valencia, Por Geronimo Villagraſſa, Año M.DC.LXXI.

TRIGONOMETRIA,

ESPAÑOLA,

RESOLVCION DE LOS TRIANGVLOS PLANOS, Y ESFEricos, Fabrica, y vſo de los Senos, y Logarithmos.

AVTOR.

EL M.R.P. IOSEPH ZARAGOZA, DE LA Compañia de Ieſus, Calificador del Santo Oficio, Catedratico de Teologia Eſcolaſtica en los Colegios de Mallorca, Barcelona, y Valencia, y agora de Matematicas en los Eſtudios Reales del Colegio Imperial de Madrid.

DALE A LA ESTAMPA

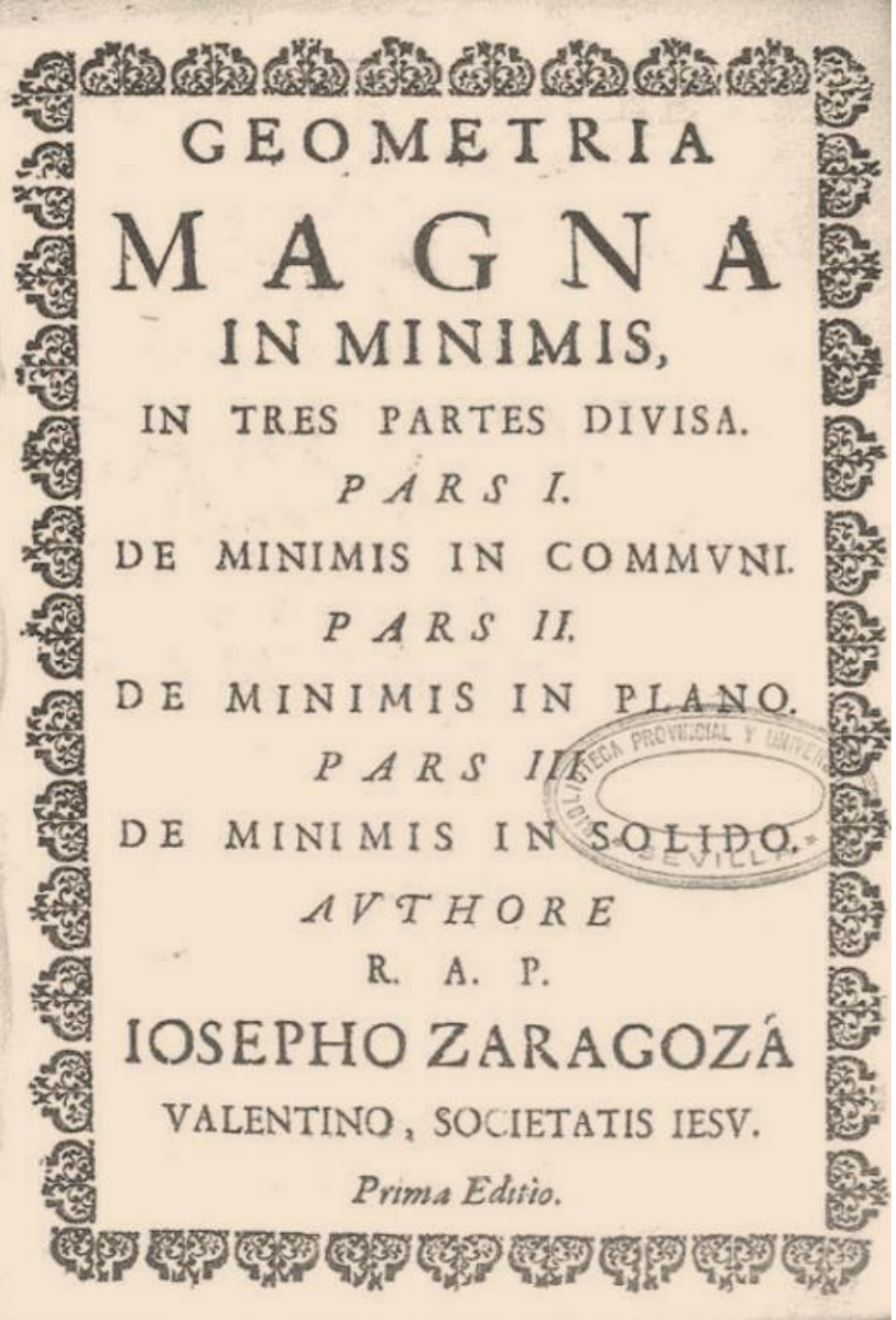
DON ANTONIO DE LA ZERDA, CAVAllero del Abito de Santiago, Gentil-hombre de la boca de ſu Mageſtad, Señor hereditario de las Villas de Pioz, el Pozo, Atanzon, y los Hielmos.

CONSAGRALE

AL EXCELENTISSIMO SEÑOR MARQVES de Caſtel-Rodrigo, Conde de Lumiares, Duque, y Señor de Nochera, &c.

CON LICENCIA.

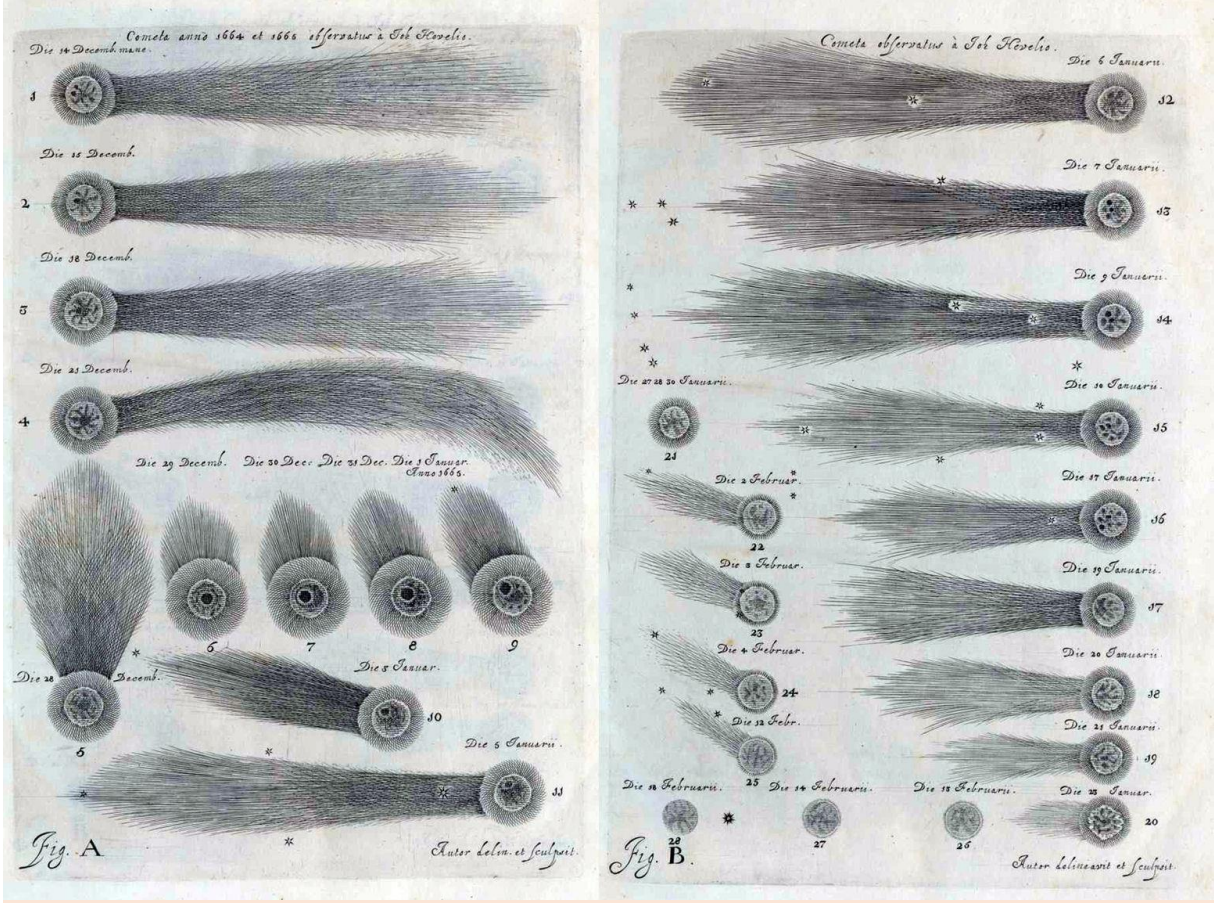
EN MALLORCA. Por Franciſco Oliver. Año 1672.


GEOMETRIA
MAGNA
IN MINIMIS,
IN TRES PARTES DIVISA.
PARS I.
DE MINIMIS IN COMMVNI.
PARS II.
DE MINIMIS IN PLANO.
PARS III.
DE MINIMIS IN SOLIDO.
AVTHORE
R. A. P.
IOSEPHO ZARAGOZÁ
VALENTINO, SOCIETATIS IESV.
Prima Editio.

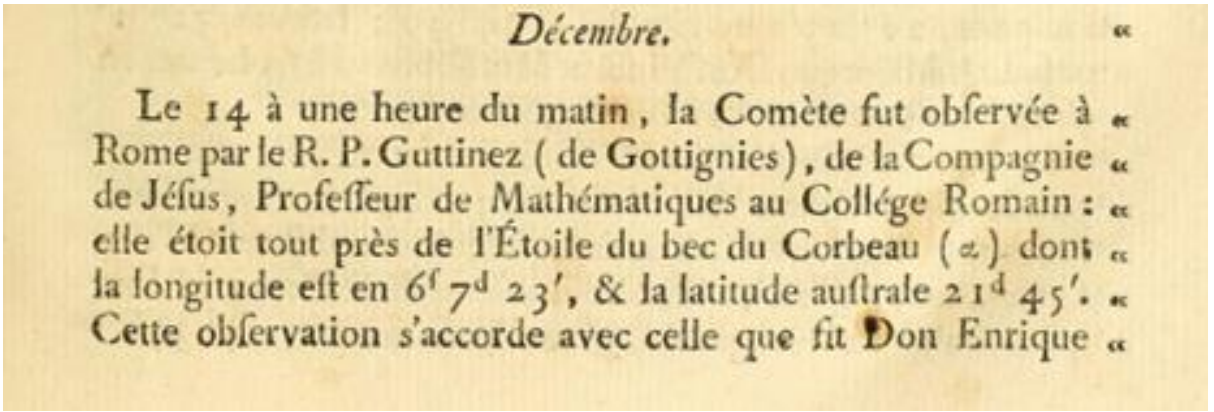
obra matemática de mayor relevancia fue sin duda la titulada *Geometriae Magnae in Minimis*, publicada en Toledo (1674) y dedicada al Rey Carlos II. El tratado fue dividido en tres partes principales, a saber: *De minimis in communi* (estudio general de los mínimos), *De minimis in plano* (aplicación de esos principios a figuras planas) y *De minimis in solido* (extensión del análisis a los cuerpos geométricos). El concepto de mínimos se refiere a la búsqueda de configuraciones que optimizan determinadas magnitudes geométricas, que después serían abordados con el cálculo. Una de sus aportaciones más singulares fue la introducción del concepto de centro mínimo de un sistema de puntos, equivalente a la formulación geométrica del centro de masas. A Zaragoza podría atribuírsele también la idea de las coordenadas baricéntricas e incluso el análisis de relaciones geométricas contempladas posteriormente en el teorema formulado por Giovanni Ceva. Aunque su metodología se mantuviese dentro de la tradición euclidiana, esta obra de Zaragoza fue una de las más sobresalientes de matemáticas publicada en la España del siglo XVII.

Ya se comentó que Zaragoza había efectuado en Valencia algunas observaciones astronómicas, y así sucedió con ocasión de la aparición del cometa de 1664, a mediados del mes de diciembre. Años después las resumió en estos términos: «yo lo observé en Valencia desde 17 de

Diciembre de 1664 hasta 21 de Marzo de 1665. Comencé a observarle en 4 gr. de Libra con latitud Austral 24.19 bajo retrogrado hasta 49 gr. De latitud Aust. en 29 gr. de Carnero, luego volvió a subir hasta le Eclíptica, y la cortó en 29 gr. de Ariete, prosiguió retrogrado siempre hasta los 26.44 de Ariete con 5 gr. 49 min. de Latitud Boreal, y a 7 de Febrero se hizo directo, y hasta 21 de Marzo volvió al primer grado de Tauro, subiendo hasta 9 gr. de latitud Boreal, corrió en su curso retrogrado 16 gr. de Long. Todas mis observaciones, con las consecuencias que nacen de ellas, acerca de su movimiento natural, lugar, altura y grandeza saldrán con el favor divino en libro aparte»*. Zaragoza debió hacer un informe detallado de las observaciones que realizó, para darlas a conocer, el cual enviaría a la Academia de Ciencias de París. Casi un siglo después, el astrónomo Alexandre Guy Pingré encontró el documento, que, siendo anónimo, no dudó en atribuir al jesuita castellonense, traduciéndolo al francés e incluyéndolo en su obra *Cométographie ou Traité Historique et Theórique des Comètes* (1783). La traducción ocupó las páginas 13 a 21 del tomo II (Sección III. *Histoire des Cométes*) y comenzó con el párrafo aquí reproducido.



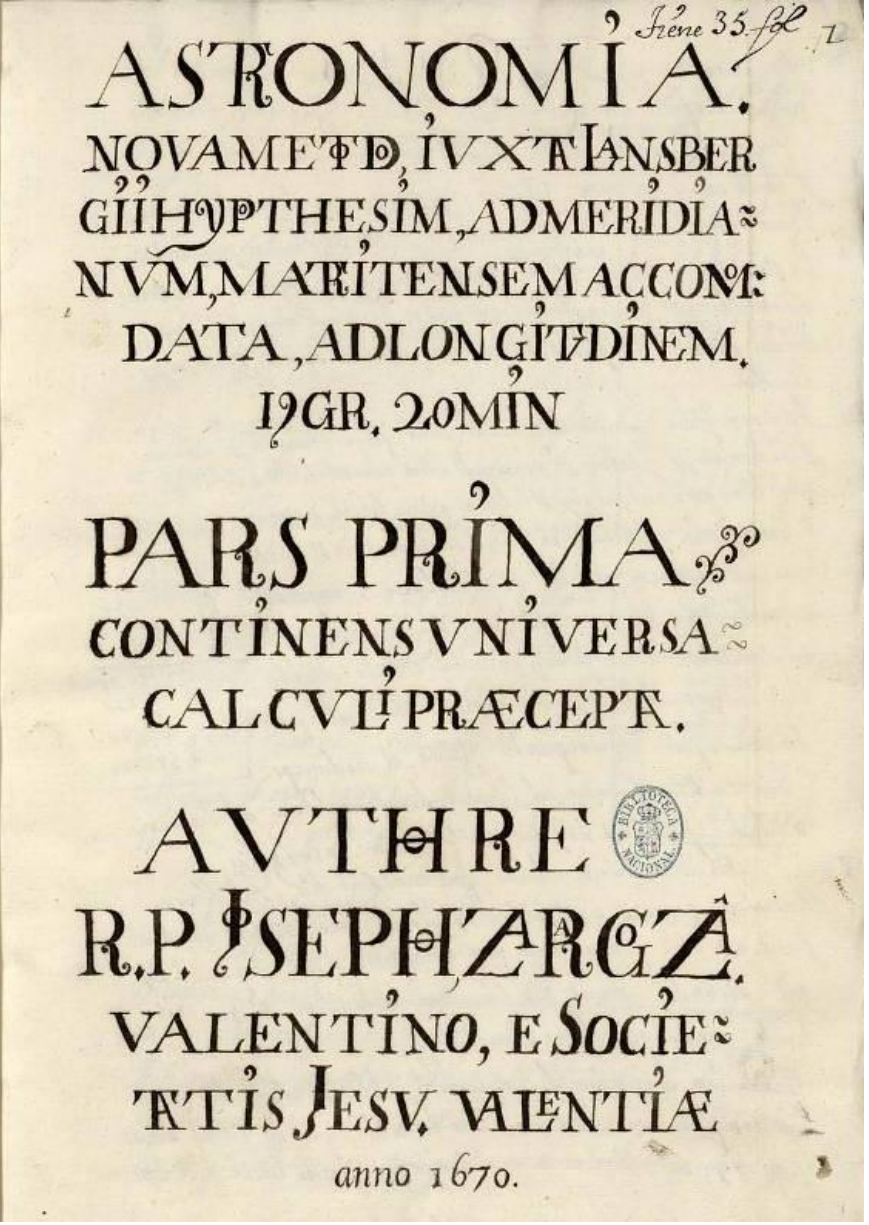
Grabados de los cometas de 1664 y 1665, realizados por el astrónomo polaco Johannes Hevelius



Décembre.

Le 14 à une heure du matin, la Comète fut obſervée à Rome par le R. P. Guttinez (de Gottignies), de la Compagnie de Jéſus, Profeſſeur de Mathématiques au Collége Romain : elle étoit tout près de l'Étoile du bec du Corbeau (α) dont la longitude eſt en $6^{f}\ 7^{d}\ 23'$, & la latitude auſtrale $21^{d}\ 45'$. Cette obſervation s'accorde avec celle que fit Don Enrique

*Zaragoza incluyó el resumen en su obra *Esphera en comun celeste, y terraquea* (1675). Concretamente en su Libro *Proposición XXVIII de las nuevas estrellas y cometas.*


Tiene 35 fol

ASTRONOMIA.
NOVAMETOD, IVXTA LANSBER
GII HYPTHESIM, AD MERIDIA
NVM, MATRITENSEM ACCOMO
DATA, AD LONGITVDINEM.
19 GR. 20 MIN

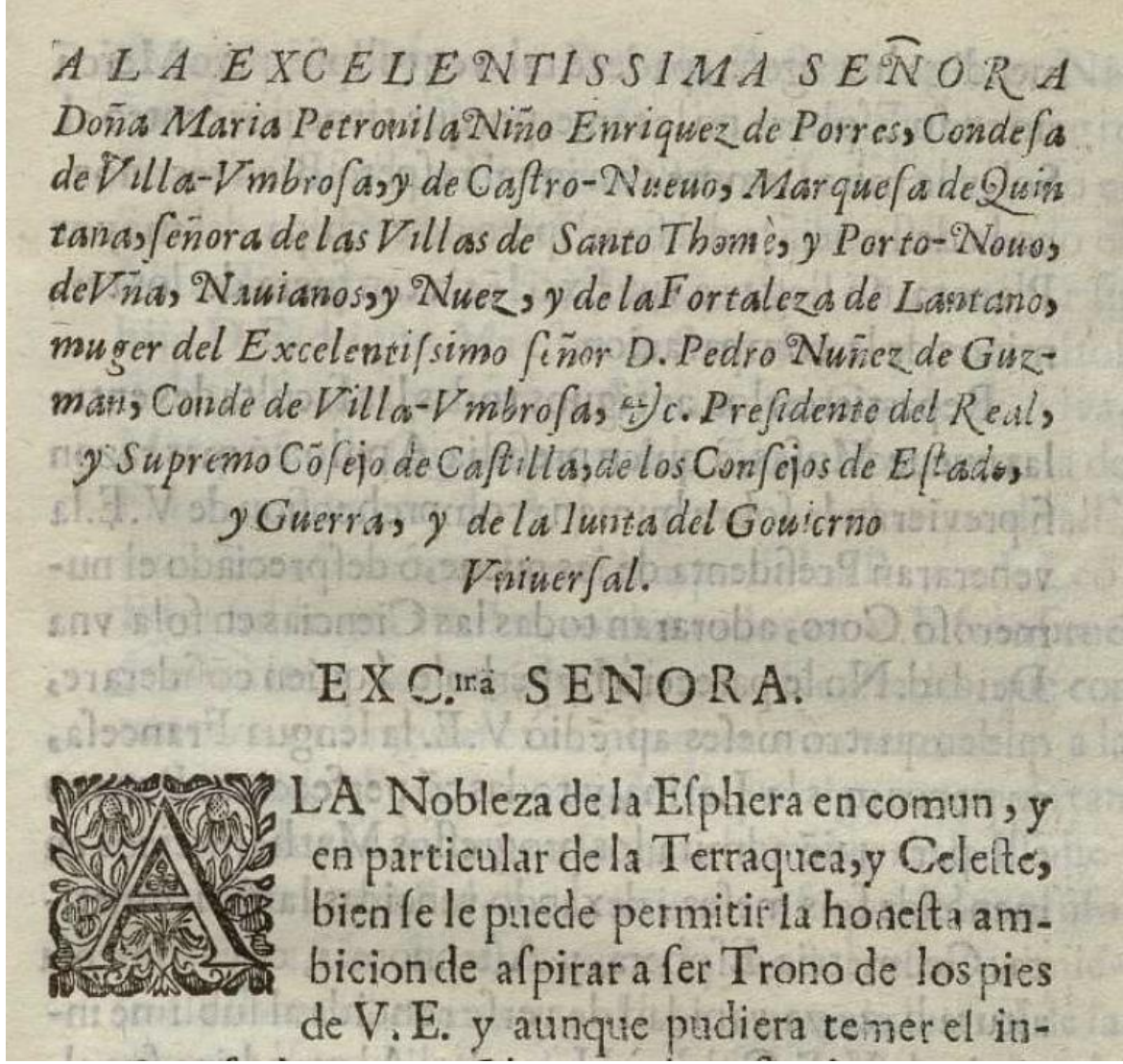
PARS PRIMA
CONTINENS VNIVERSA
CALCVLI PRÆCEPTA.

AVTHRE
R.P. IOSEPH ZARAGOZA
VALENTINO, E SOCIE
TATIS IESV. VALENTIÆ
anno 1670.

Se da la circunstancia de que ese cometa se asoció a numerosas desgracias en España: en Burgos, por ejemplo, se creyó que había ocasionado la muerte a la mitad de los niños de la ciudad por la viruela; también se consideró culpable del fallecimiento de Felipe IV. Zaragoza observó también en 1677 otro cometa, desde la localidad de Arganda, durante el periodo comprendido entre el día 27 de abril y el 1 de mayo; a juicio del director del Observatorio de París fueron las primeras hechas en Europa, siendo mencionadas en el *Journal des Savants* y en las Memorias de la referida Academia.

La actividad docente de Zaragoza, en los Colegios de Valencia y Madrid, se vio facilitada con la preparación de varios trabajos que le sirvieron de soporte para sus clases, aunque en la mayoría de los casos no fueran publicados. De entre todos ellos se ha seleccionado uno firmado en Valencia en 1670, justo el año en que se trasladó a Madrid, con el título *Astronomia, nova metodo iuxta Lansbergii hypotesim, ad meridianum Matritensem accomodata* (Astronomía, con un nuevo método según la hipótesis de Lansberg, adaptada al meridiano de Madrid). Constó el manuscrito de doce capítulos en los que se abordaron, entre otras cuestiones, el estudio de la posición y movimiento de los planetas, de la Luna y sus eclipses. Zaragoza se estaba refiriendo al astrónomo belga Philipp van Lansbergen, autor de *Tabulae Motuum Coelestium Perpetuae* (1632), unas de las primeras tablas confeccionadas de acuerdo con la hipótesis heliocéntrica de Nicolás Copérnico. Posiblemente solo fue publicada una

de las obras astronómicas de Zaragoza, que, sin ser libro de texto, si presentó los fundamentos científicos de la geografía astronómica, tan ligada a los fenómenos celestiales y terrestres; así lo expresaba su título *Esphera en común Celeste y Terraquea* (1675). Estuvo dedicada a María Petronila Niño Enriquez de Porres, prima y esposa de Pedro Núñez de Guzmán, Conde de Villaumbrosa. La dedicatoria no fue nada casual, en tanto que Zaragoza era Capellán del matrimonio y profesor de ella. María Petronila debió ser alumna aventajada, a tenor de las alabanzas del autor, el cual llegó a situarla a la altura de Hipatia: «No le parecerá hipérbole a quien considerare que en cuatro meses aprendió V.E. la lengua Francesa, en pocos más la Latina, y todos con perfección. Poco es esto para quien admira los progresos Matemáticos en menos de seis meses, dejando vencidas la Aritmética, Geometría, Esfera y Astronomía, cuya inmensa altura tiene ya vanidad de verse rendida al sublime ingenio de V.E. Cultivó Hipatia Alejandrina sus altivas cumbres, no con menos sudor, que ambición gentil de lograr el nombre inmortal, y la estimación que le negó el nacimiento, vino el fin la virtud y oscureció gran parte de su esplendor. En V.E. todo es virtud, todo luz, sin sombra de vicio». A la dedicatoria siguieron las



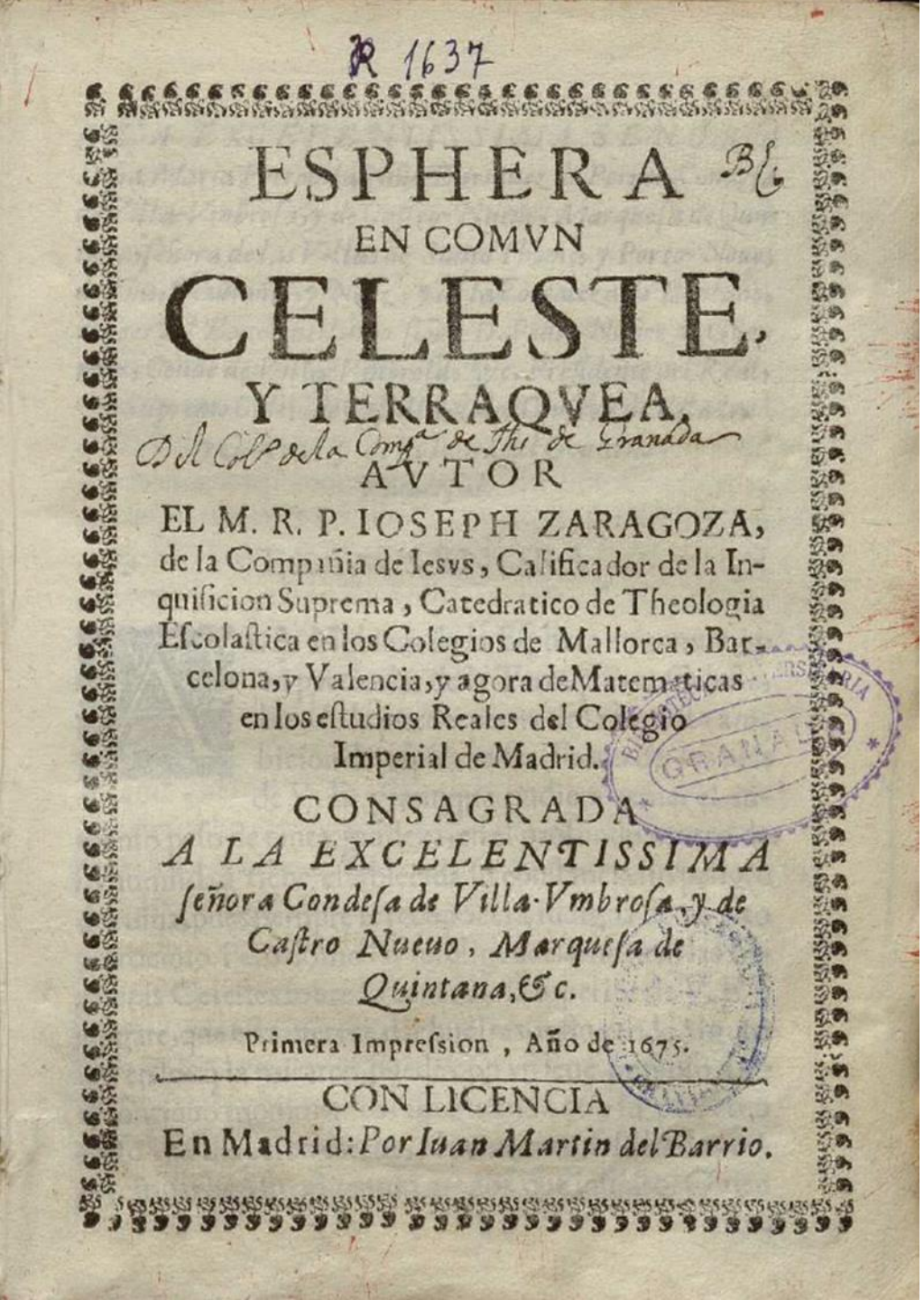
A LA EXCELENTISSIMA SEÑORA
Doña Maria Petronila Niño Enriquez de Porres, Condesa de Villa-Vmbrosa, y de Castro-Nueuo, Marquesa de Quintana, señora de las Villas de Santo Thomè, y Porto-Nouo, de Viña, Nauianos, y Nuez, y de la Fortaleza de Lantano, muger del Excelentissimo señor D. Pedro Nuñez de Guzman, Conde de Villa-Vmbrosa, &c. Presidente del Real, y Supremo Cõsejo de Castilla, de los Consejos de Estado, y Guerra, y de la Iunta del Gouierno Vniuersal.

EXC.ma SENORA.

LA Nobleza de la Esphera en comun, y en particular de la Terraquea, y Celeste, bien se le puede permitir la honesta ambicion de aspirar a ser Trono de los pies de V. E. y aunque pudiera temer el in-

B. la M. de V. E.

Su mas humilde Capellan, y seruo,
Ioseph Zaragozà.


R 1637

ESPHERA

EN COMVN

CELESTE,

Y TERRAQVEA,

AVTOR

EL M. R. P. IOSEPH ZARAGOZA,
de la Compañia de Iesvs, Calificador de la Inquisicion Suprema, Catedratico de Theologia Escolastica en los Colegios de Mallorca, Barcelona, y Valencia, y agora de Matematicas en los estudios Reales del Colegio Imperial de Madrid.

CONSAGRADA

A LA EXCELENTISSIMA

Señora Condesa de Villa-Vmbrosa, y de Castro Nueuo, Marquesa de Quintana, &c.

Primera Impresion, Año de 1675.

CON LICENCIA

En Madrid: *Por Iuan Martin del Barrio.*

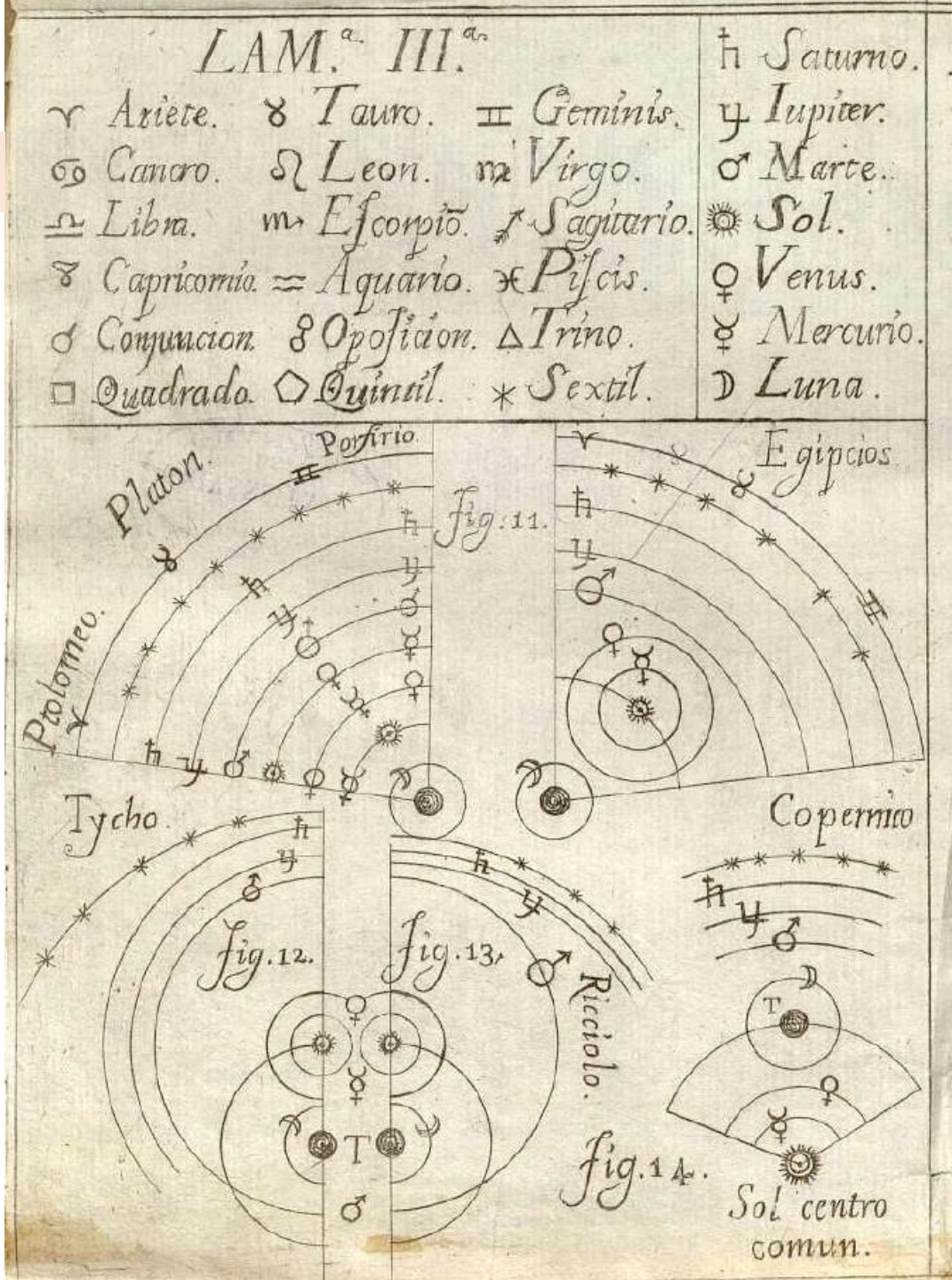
aprobaciones elogiosas de los padres jesuitas Ignacio de Castroverde y Juan Cortés Osorio y las licencias para su publicación del provincial de los jesuitas de Toledo, Diego de Valdés y de Francisco de Forteza, vicario de Madrid. Zaragoza dividió su obra en los tres libros siguientes: 1) *De la Esphera en común* (11 proposiciones), 2) *De la Esphera celeste* (29 proposiciones) y 3) *De la Esphera terráquea* (12 proposiciones). De cada uno de ellos se hizo un resumen al comienzo de los mismos, reproducidos parcialmente a continuación. 1) «Este primer libro comprende todo lo que abrazó Teodosio Tripolita*en sus tres libros de los esféricos y muchos teoremas que añadieron los Árabes con los Escolios, y lemas de Clavio y algunos otros que juzgué necesarios, para la perfecta inteligencia de la Esfera y mayor facilidad de las proposiciones más arduas y porque mi intento no ha sido comentar a Teófilo, no sigo el orden de sus proposiciones, aunque a la margen pongo su correspondencia. He reducido toda la materia a once teoremas o clases, conforme el estilo que observé en mi Euclides que es el que cito… Explicanse las propiedades de la Esfera, comunes a la Celeste terráquea, y cualquiera otra para la entera comprensión de la Geografía, Hidrografía y Astronomía & El que no fuere Geometra estudiadas las definiciones de este primer libro, puede pasar al segundo y tercero donde se explican las Esferas

*Se refería Zaragoza a Teodosio de Trípoli o de Bitinia, astrónomo del siglo II y I (a.C.) autor de la *Sphaerica*, un tratado de astronomía compuesto de tres libros.

celeste y terráquea de suerte que pueda entenderlas quien está versado en las demostraciones geométricas».

Los diferentes modelos de universo propuestos a lo largo de la historia, tal como figuran en la obra de Zaragoza: *Esphera en común, celeste y terráquea*

Al iniciar el libro II, comentaba Zaragoza que la esfera celeste era el globo compuesto de toda la máquina de los cielos, dependiendo de su cabal comprensión el entendimiento de su homólogo terráqueo; añadiendo de inmediato: «La materia de este libro es tan gustosa como útil y necesaria, pues determina el orden y disposición de los Cielos, el movimiento real y aparente de los Planetas, la cantidad y partes del año, los Equinoccios y Solsticios, el espacio de los eses, la alternación, variedad, aumento y disminución de los días, con otras muchas curiosidades que sirven de introducción para subir a las mal altas noticias de la Astronomía…tan divina ciencia, que puede llamarse participación de la divinidad pues llega a determinar para los siglos venideros el movimiento, disposición, aspectos. Conjunciones y oposiciones de los Planetas y sus eclipses, que todo parece my sobre la humana capacidad… la materia de este libro, no es demostrable como la del primero y así trataré lo cierto como cierto y lo dudoso como dudoso, para que en las materias probables el lector pueda elegir lo que juzgare más conforme a razón».



Et quia etiam ad notitiam praefatae Sacrae Congregationis pervenit, falsam illam doctrinam Pithagoricam, divinaeque Scripturae omnino adversantem, de mobilitate terrae et immobilitate solis, quam Nicolaus Copernicus *De revolutionibus orbium coelestium* et Didacus Astunica *in Iob*, etiam docent, iam divulgari et a multis recipi; sicuti videre est ex quadam Epistola impressa cuiusdam Patris Carmelitane, cui titulus: "*Lettera del R. Padre Maestro Paolo Antonio Foscarini Carmelitano, sopra l'opinione de' Pittagorici e del Copernico della mobilità della terra e stabilità del sole, et il nuovo Pittagorico sistema del mondo*. En Nápoles, según Lazzaro Scoriggio, 1615", in qua dictus Pater ostendere conatur, praefatam doctrinam de immobilitate solis in centro mundi et mobilitate terrae consonam esse veritati et non adversari Sacrae Scripturae; ideo, ne ulterius huiusmodi opinio in perniciem Catholicae veritatis serpat, censuit, dictos Nicolaum Copernicum *De revolutionibus orbium* et Didacum Astunica *in Iob*, suspendendos esse, donec corrigantur; librum vero Patris Pauli Antonii Foscarini Carmelitae omnino prohibendum atque damnandum; aliosque omnes libros, pariter item docentes, prohibendos; prout praesenti Decreto omnes respectivo prihibet, damnat atque suspendit.

2.

LETTERA DEL R. P. M.
PAOLO ANTONIO
FOSCARINI
CARMELITANO.
Sopra l'Opinione de' Pittagorici, e del Copernico.
DELLA MOBILITA'
DELLA TERRA,
E STABILITA' DEL SOLE,
E del nuouo Pittagorico Sistema del Mondo.
Al Reuerendiss. P. M.
SEBASTIANO FANTONE
Generale dell'Ordine
Carmelitano.
IN NAPOLI,
Per Lazaro Scoriggio. 1615.

Esta Santa Congregación también ha tenido conocimiento de la difusión y aceptación por parte de muchos de la falsa doctrina pitagórica, totalmente contraria a la Sagrada Escritura, de que la tierra se mueve y el sol está inmóvil, lo cual también enseñan Nicolás Copérnico en su obra *Sobre las revoluciones de las esferas celestes* y Diego de Zúñiga en *Sobre Job* . Esto se puede apreciar en una carta publicada por un padre carmelita titulado *Carta del reverendo padre Paolo Antonio Foscarini sobre la opinión pitagórica y copernicana del movimiento de la Tierra y del reposo del Sol y sobre el nuevo sistema mundial pitagórico* (Nápoles: Lazzaro Scoriggio, 1615), en la que dicho padre intenta demostrar que la doctrina antes mencionada del reposo del Sol en el centro del mundo y del movimiento de la Tierra es consonante con la verdad y no contradice la Sagrada Escritura. Por lo tanto, para que esta opinión no avance más en detrimento de la verdad católica, la Congregación ha decidido que los libros de Nicolás Copérnico (*Sobre las revoluciones de las esferas*) y de Diego de Zúñiga (*Sobre Job*) sean suspendidos hasta su corrección; pero que el libro del padre carmelita Paolo Antonio Foscarini sea completamente prohibido y condenado; y que todos los demás libros que enseñen lo mismo queden igualmente prohibidos, según si el presente Decreto los prohíbe, condena o suspende respectivamente.

Nicolás Copérnico explicando su sistema planetario al Papa Alejandro VI y a su corte. Acuarela del polaco Wojciech Gerson (877). Museo Astronómico y Copernicano de Roma.

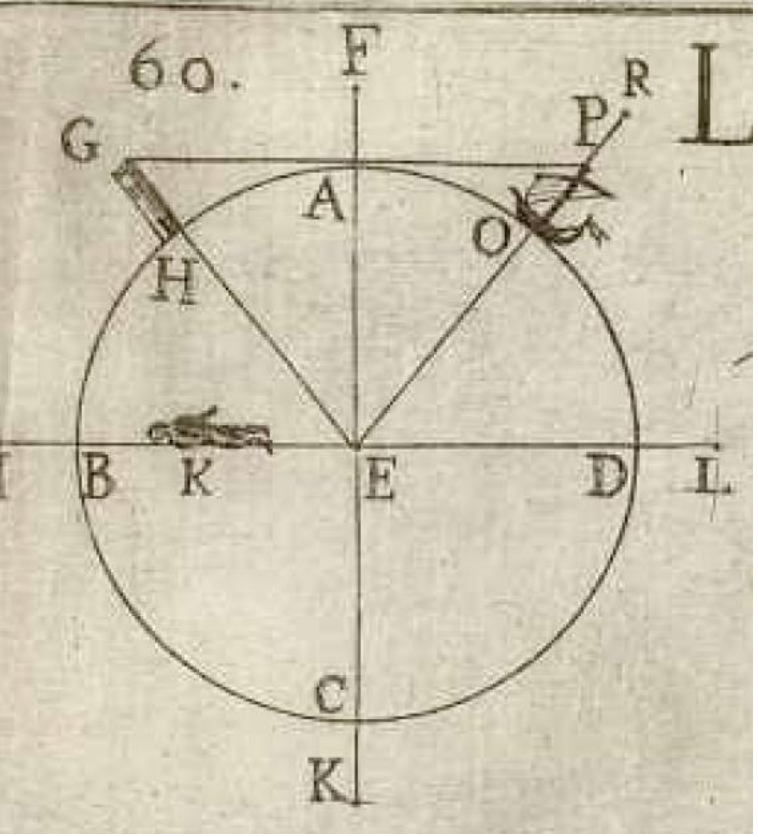
Es obligado recordar que, en la primera proposición de este libro segundo, refirió Zaragoza los diferentes modelos de universo esférico propuestos a lo largo de la historia, incluyendo por supuesto el heliocéntrico de Copérnico. Tras señalar que Galileo, Kepler y otros astrónomos habían aceptado el sistema copernicano, no quiso concretar su postura, aunque la diera a entender al añadir: «esta sentencia, aunque ingeniosa está condenada por la Congregación de los S.S. Cardenales, Inquisidores, como contraria a las Divinas Letras, aunque por modo de hipótesis, o suposición, pueden todos valerse de ella para el cálculo de los Planetas: con que solo se condena la actual realidad de esta composición, pero no su posibilidad…Dos partes contiene la sentencia de Copérnico, en una, que el Sol se mueve, la otra, que la Tierra tiene movimiento anual y diurno, y no es centro, a la primera se dio censura *formaliter haeretica*, por expresamente contra las Divinas Letras; a la segunda le dio censura Teológica, de que por lo menos es *Erronea in fide*».

Llegados al libro III, es obligado comentar que se trata del más novedoso y relevante de esta obra de Zaragoza, no en vano puede considerarse Compendio de las Ciencias de la Tierra, puesto que se abordan en él cuestiones cartográficas, geodésicas, geográficas, mareales, magnéticas, meteorológicas, metrológicas, sismológicas y

topográficas. El propio autor incidía sobre el mismo asunto en la introducción del libro: «*Esphera Terráquea* es la que se compone de dos elementos, Tierra y Agua. Su configuración pertenece a la *Geografía*, que es descripción de la Tierra, y toma el nombre de la parte más principal que Dios nos dio para nuestra habitación. La *Geografía* abarca en su seno a la *Corografía*, *Topografía* y *Hidrografía*. La *Corografía* es descripción de una Provincia particular como España, &. La *Topografía*, es descripción singular de un lugar como de una Ciudad monte o valle, & La *Hidrografía* es la descripción de las aguas que ciñen toda la Tierra y es la más inmediata para la Navegación o Arte de Navegar. Este libro tercero trata de la Geografía en común, sin descender a las cosas particulares, que no caben en inmensos volúmenes; explicaré pues los términos comunes y los principios universales que sirven para la plena inteligencia de la Geografía y Navegación. Los problemas particulares, se explicarán en la Trigonometría aplicada». En la primera proposición de este libro III se justificó la esfericidad de la Tierra, atendiendo a los eclipses lunares:

De Aetibus Mundi Imagines. El autor fue el pintor portugués Francisco de Holanda (1517-1584) en 1545. Se conserva en la Biblioteca Nacional. (Imágenes renacentistas de la Creación).

Y dijo Dios: «Reúnanse en un solo lugar las aguas que están debajo del cielo y aparezca lo seco» Y así fue. Y llamó Dios Tierra a lo seco, y a la reunión de las aguas llamó Mares. Y vio Dios que era bueno. Y dijo Dios: «Produzca la tierra hierba verde, plantas que den semilla, y árboles frutales que den fruto según su especie, cuya semilla esté en ellos sobre la tierra». Y así fue. Y produjo la tierra hierba verde, plantas que dan semilla según su especie, y árboles que dan fruto, cada uno con su semilla según su especie. Y vio Dios que era bueno. Y fue la tarde y la mañana: el tercer día. *Libro del Génesis* (Biblia Vulgata. 1: 9-13). Traducción del latín (I.A.)



«pues siempre la sombra que la oscurece se ve como porción de círculo, y esto se observa en los eclipses totales, cuando va creciendo el eclipse, y después cuando mengua, de donde se infiere que la Tierra de Levante a Poniente es redonda. En los eclipses parciales si la Luna está Boreal recibe la sombra de la parte Boreal de la Tierra, y si Meridional de la parte Meridional, y siempre la sombra se observa circular; luego mirada la Tierra del polo Ártico al Antártico, es todavía redonda, por lo menos en cuanto puede percibir el sentido». Zaragoza se refirió luego centro común de la gravedad, un lugar del interior de la Tierra, «a donde naturalmente bajan las cosas graves, si no tienen impedimento», explicándolo con la ayuda de la figura adjunta, en la que ABCD representaba la Tierra, AE su radio y E el centro común de la gravedad, al que concurrían todas las líneas de los graves. Como consecuencia de la esfericidad, se citaron varios ejemplos, uno de los más llamativos fue el que sigue: «anda más la cabeza que los pies del hombre», asimismo refirió el autor que, por la misma causa, lo último que se ve de un barco que se aleja es el extremo superior del palo mayor. En cuanto a las consecuencias del centro común, mencionó implícitamente a los antípodas en estos términos: «que en dos partes opuestas del mundo A. C. están los hombres AF y CK, en pie derechos y cabeza arriba; porque el caer es bajar al centro del mundo y el hombre CK había de caer hacia el centro E como el hombre AF también hacia E». En la segunda proposición (*Del lugar, quietud* y *magnetismo de la Tierra*), defiende Zaragoza, con argumentos que ahora parecen peregrinos, que esta ocupa el centro del Universo, para referirse luego a la quietud de la misma. Cita en primer lugar dos de los movimientos que algunos autores asignaban a la Tierra: «El 1. es *Anual*, con que en un año da la vuelta al sol, que según Copérnico es el centro del Universo. El 2. *Diurno*, con que en 24 horas sobre su centro da una vuelta de Poniente a Levante, y parece que el que el Sol, y las

estrellas, dan la vuelta al contrario de Levante a Poniente…El primero y segundo movimiento de la Tierra están condenados por la Congregación de los S.S. Cardenales…La sentencia a mi juicio verdadera, niega todo movimiento de la Tierra». Los cuatro últimos apartados de esta proposición son de incuestionable interés para la historia del magnetismo: de la piedra imán, del Magnetismo de la Tierra, Experiencias del Magnetismo Terrestre y Conclusión del Magnetismo terrestre. En ellos comentó que el fenómeno no era conocido por los antiguos, llegando a afirmar que «por el Magnetismo se explica el movimiento del Heliotropo, y otras flores que siguen el curso del Sol y la oposición que la cola del Cometa tiene al Sol y aún Kepler atribuye el curso de los Planetas al magnetismo del Sol». Reconoció después las primeras investigaciones al respecto de W. Gibert, A. Kircher y otros autores, para terminar, asegurando que el magnetismo terrestre explicaba las variaciones sufridas por la aguja de las brújulas, pero que no probaba el movimiento diurno de la Tierra, como defendía Gilbert: «antes bien, establece más su total quietud,…, pues si el eje de la Tierra es el mismo de los Cielos, y ella está fija con respeto magnético al último cielo inmóvil, ninguna potencia la moverá un punto». La tercera proposición se dedicó al estudio del tamaño de la Tierra, apoyándose para ello en la geodesia y en la metrología, dos disciplinas indefectiblemente unidas a la medida del mismo. Primeramente, recordó Zaragoza que las medidas antropométricas estuvieron también relacionadas con el grueso del grano de cebada, concretando los valores de las siguientes: dedo (4 granos), palmo (4 dedos), pie (4 palmos), paso geométrico (5 pies), estadio de

William Gilbert haciendo una demostración del imán a la Reina Isabel.

125 pasos y la milla de 8 estadios, o de 1000 pasos. A continuación, se refirió al pie romano, al que comparó con la cuarta parte de la vara de Castilla, «tenía la razón que 1558 a 1078, y con el pie castellano, o tercia de vara, tenía la razón que 1558 a 1437 y un tercio: esto es como 13 a 12 con poquísima diferencia. Luego si una tercia de vara castellana se divide en 12 partes y se le añade una: hallaremos el pie Romano exacto». Inmediatamente después abordó el cálculo de la la circunferencia de la tierra, señalando lo siguiente: «es común entre los geógrafos que un grado de la Tierra contiene 15 leguas Alemanas, 17 y media Españolas 20 Francesas; luego si los 360 grados se multiplican por dichas cantidades, saldrá toda la circunferencia de un círculo máximo 5400 leguas Alemanas, 630 españolas y 7200 Francesas». Acto seguido obtuvo el valor del radio, de acuerdo con lo indicado en su libro de Aritmética, fijándolo en 860 leguas Alemanas, 1003 Españolas y 1138 Francesas*, asimismo obtuvo la superficie y el volumen del globo terrestre, obteniendo los resultados que figuran en la tabla adjunta. Zaragoza se refirió, asimismo al número de pasos que tenía el grado terrestre, señalando las dificultades a la hora de fijar la relación exacta, debidas según él «a la diferencia de las medidas nacionales y al error de las operaciones, o por algún leve descuido del Geómetra, o por el defecto de los instrumentos, menos aptos para la sutileza que esta materia pide». No obstante, indicó que las medidas efectuadas por Snellius, en Holanda, y por Riccioli, en Italia, fueron a su juicio las más fiables: según el primero 1 grado equivalía a 68400 pasos de 5 pies del Rin (69425 pasos de 5 pies romanos), fijándolo el segundo en 81500 pasos de 5 pies romanos. Mientras Zaragoza preparaba su obra, el abate francés Jean Picard midió un grado de meridiano en Francia,

MEDIDA DE LA TIERRA POR LEGUAS			
Variables	Alemanas	Españolas	Francesas
Grado	15	17.5	20
Circunferencia	5400	6300	7000
Semidiámetro	860	1003	1138
Superficie	9287194	12641911	16280905
Solidez	2661398364	4226612410	6177192783
Zaragoza indicó que las leguas de la superficie eran cuadradas y las de la Solidez cúbicas			

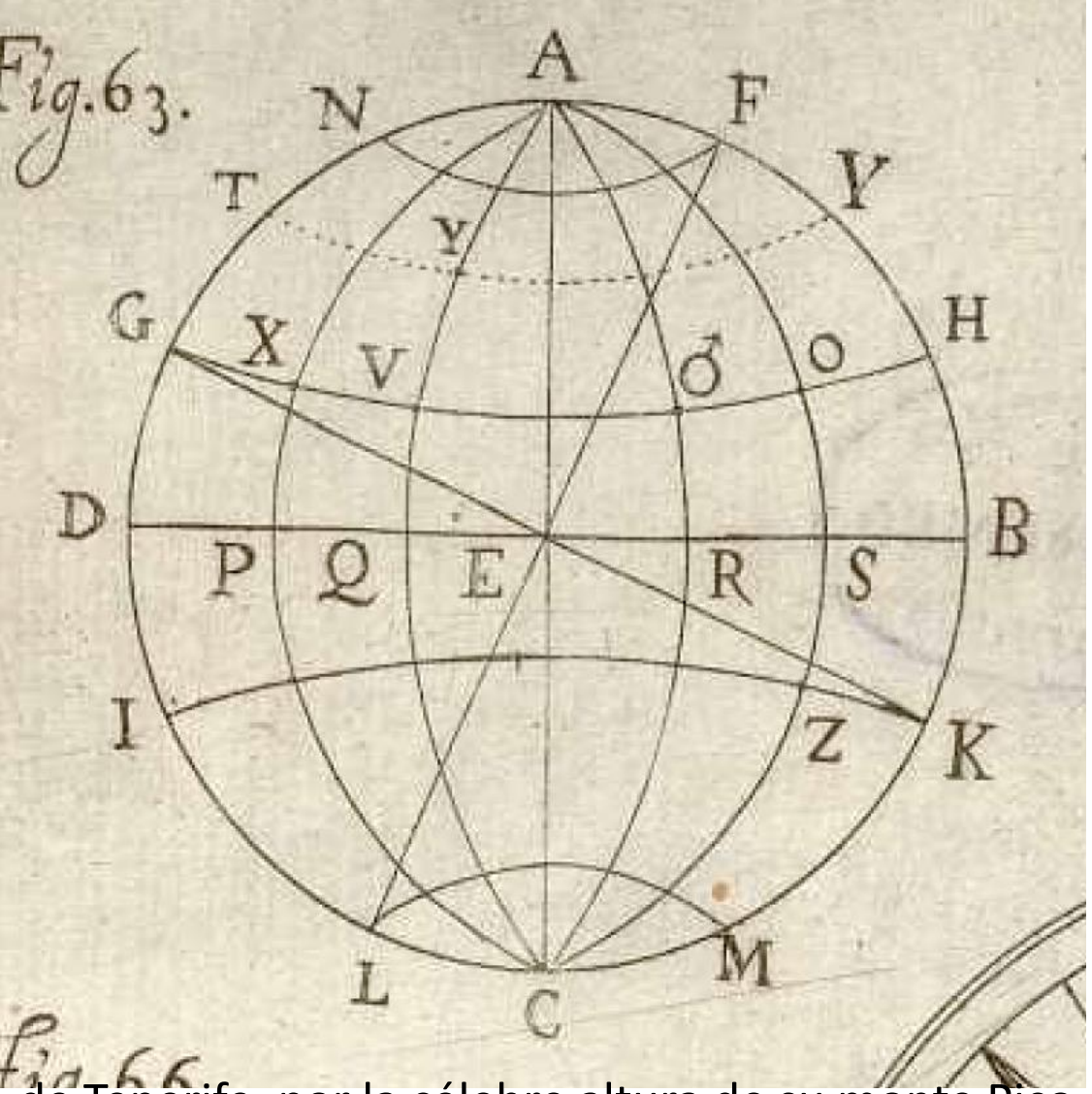
*Los cálculos no fueron del todo rigurosos, ya que el valor del número π fue diferente para cada nación.

con una exactitud nunca vista hasta entonces; efectuando la medida entre 1668 y 1670, coligiendo que un grado equivalía a 57060 toesas (≈111210 m). Es comprensible que Zaragoza no tuviera noticias de la operación, habida cuenta que el resumen de la misma fue publicado por la Academia de Ciencias de forma anónima, con el título Mesure de la Terre; no obstante, en ediciones sucesivas ya si figuró el nombre de Picard. A modo de resumen, Zaragoza incluyó la tabla adjunta, para mostrar así la equivalencia entre leguas, pasos y pies. A modo de resumen, fijó Zaragoza la grandeza absoluta de la Tierra, concretando los valores de las magnitudes siguientes: Semidiámetro (4585987 L), Grado de círculo máximo (80000 L), Perímetro de la circunferencia (28800000 L), Superficie (274329770000000 Q), y Solidez o volumen (4273590369160000000000 C); siendo L el paso lineal, Q el paso cuadrado y C el paso cúbico. La reflexión final de Zaragoza merece ser recordada: «esta es la grandeza del mundo, y toda ella es un punto, comparada con el firmamento, ¿Qué será respecto del Empíreo, ciudad de Dios?».

Leguas	Pasos geométricos	Pies geométricos	Pies castellanos
Alemana	5333	26666	28888
Española	4571	22857	24761
Francesa	4000	20000	21666

Dante Alighieri y Beatriz ante el Empíreo. Grabado de Gustavo Doré para la Divina Comedia

La proposición IV la dedicó Zaragoza al estudio de las coordenadas geográficas, latitud y longitud, así como al de los círculos que les corresponden, esto es paralelos (círculos menores) y meridianos (círculos máximos). Entre los primeros destacan los de los trópicos, Cáncer (GH) y Capricornio (IK), cuyas latitudes respectivas coinciden con los valores extremos que alcanza la declinación del Sol cuando este se encuentra en los solsticios (verano e invierno), así como los dos polares: ártico (NF) y antártico (LM), cuyas colatitudes coinciden con la oblicuidad de la eclíptica. Para asimilar mejor los conceptos, Zaragoza acompañó sus explicaciones con la figura que se reproduce seguidamente. La

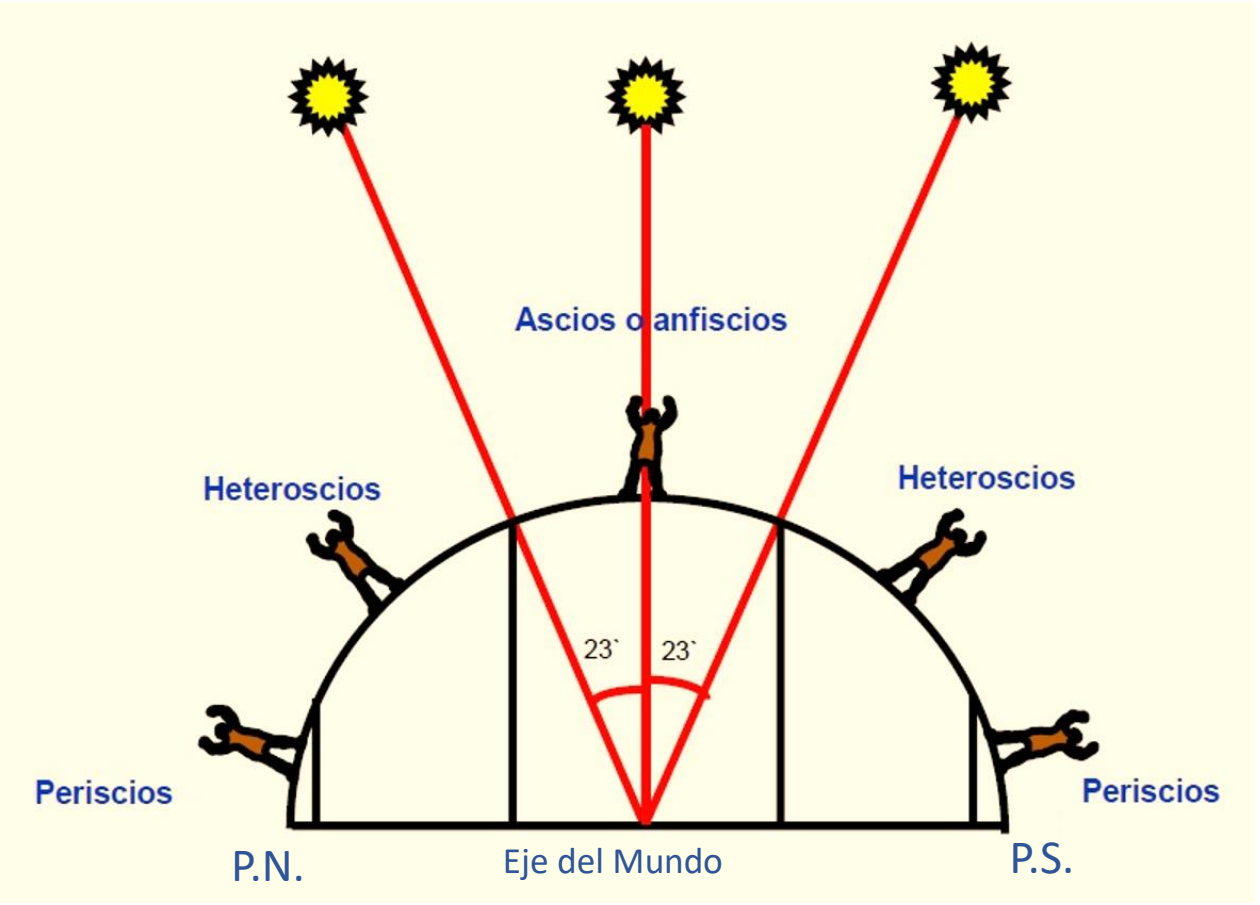


latitud de un lugar la definió como su distancia al ecuador, medida a lo largo del círculo máximo que lo contiene y es perpendicular a la Equinoccial: «Si por los polos del mundo AC y el punto X se considera el círculo AXC, será perpendicular a la Equinoccial DB, el arco pues, XP es lo que la ciudad X dista dea la equinoccial, y así XP se dice latitud del lugar X». Inmediatamente después explicó Zaragoza porqué la latitud coincide con la altura del polo y la manera de calcular la superficie de las zonas esféricas (regiones comprendidas entre dos paralelos). Al igual que la latitud está ligada a los paralelos, la longitud lo está a los meridianos, de hecho, pueden definirse estos como el lugar geométrico de los puntos con igual longitud. Comentó después que fueron variados los meridianos elegidos como origen a lo largo de la historia, concretando los referidos al archipiélago canario: «Tolomeo en su geografía dio principio de las Islas Afortunadas o Canarias. Esta sentencia es la más común, y luego nace otra discordia por ser las Canarias siete. Blaeu toma el pico de Tenerife, por la célebre altura de su monte Pico. Rumoldo y Riccioli de la isla de Palma, y su Puerto Santa Cruz. Cualquiera sentencia se puede seguir, pero fuera de gran conveniencia que todos conviniesen en un meridiano, pero no hay que esperar esto de hombres, y menos de los que en la singularidad tienen vinculada su estimación». Finalmente refiere que el método más frecuente para hallar la diferencia de longitudes entre dos lugares dados es la observación simultánea de los eclipses lunares: «…como si en dos ciudades YX se observa el eclipse: y en Y comienza

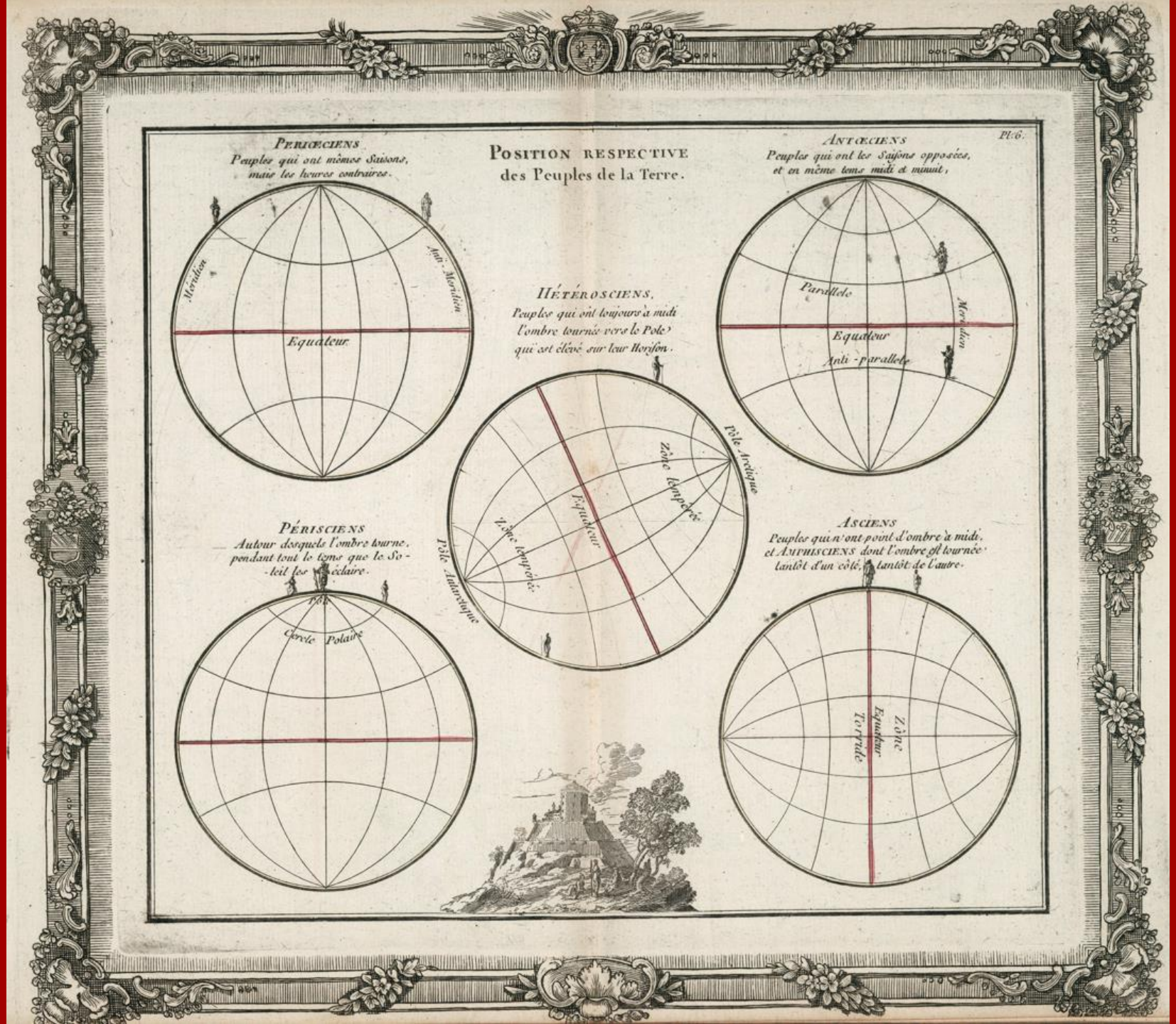
a las 10 y en X se observa que comenzó a las 8, es argumento qué Y está más oriental 2 horas que X, esto es 30 grados y esta es la diferencia de longitud». Zaragoza era plenamente consciente de que la dificultad última del método radicaba en el conocimiento de las horas locales: «para que la observación sea exacta se ha de inferir la hora por otra observación de una estrella fija, por alguno de los modos que daré en mi Trigonometría aplicada, porque la hora de los relojes vulgares, raras veces concuerda con la verdadera, y aunque se ajuste, quedamos inciertos de la verdad».

PUNTA DE ORCHILLA- EL HIERRO. LA MÁS OCCIDENTAL TIERRA ESPAÑOLA. Se levantó este monumento en recuerdo del meridiano de El Hierro, origen de longitudes en la cartografía de diversos países europeos, hasta mediados del siglo XIX. Capitanía General de Canarias, 27 de mayo de 1989. El autor del diseño fue el Almirante e Ingeniero Geógrafo Miguel Fe Serra.

El tema tratado en la proposición VI fue esencialmente geográfico, pues abordó la secular clasificación de los habitadores de la Tierra, por usar la terminología de Zaragoza, atendiendo a diversas circunstancias: respecto de la Esfera, respecto de las zonas y climas, respecto de las sombras del Sol, de la mano derecha y siniestra del mundo, de Los habitadores respecto de otros, de los habitadores del mundo antiguo y de los habitadores del nuevo mundo. Solamente se comentará con cierto detalle algunas de tales circunstancias, comenzando con la clasificación de los habitantes de la Tierra atendiendo a la dirección cardinal de su sombra, muestra evidente



de la curiosidad que sentían los sabios de la antigüedad por los movimientos aparentes del Sol, diurno y anual. En primer lugar, se referían a los ascianos o ascios, como aquellos localizados en la zona tropical que no arrojaban sombra dos veces al año, justamente cuando el Sol estaba sobre sus cabezas (en el cenit). Los anfiscios eran los habitantes de la misma región, que en unas ocasiones proyectaban su sombra hacia el norte y en otras hacia el sur, dependiendo de que la declinación del Sol fuese negativa o positiva. Los heteroscios habitan las zonas templadas y su sombra se proyecta siempre hacia el polo de su hemisferio, es decir, unos la tienen hacia el norte y otros hacia el sur. Finalmente se consideraba que los periscianos o periscios eran los habitantes de las zonas polares, en las que pueden observar que el Sol gira por la línea del horizonte, con lo que sus sombras pueden ir en todas direcciones. Zaragoza pareció no dar demasiada relevancia a alas definiciones anteriores, pues terminó su comentario así: «dejo a la consideración del Lector la importancia de estas voces». La clasificación también se realizaba teniendo en cuenta la posición relativa de los habitantes, ligadas a los meridiano y paralelos: Los antecos son aquellos que habitan en el mismo meridiano, pero en latitudes opuestas esto es equidistantes del ecuador. De modo que, si unos se encuentran en la zona templada septentrional, los otros están situados en la zona templada meridional, si los unos habitan en una zona polar los otros estarían también en la zona polar del hemisferio contrario; algo análogo podría referirse a propósito de la zona tórrida, a un lado y a otro del ecuador . Los periecos



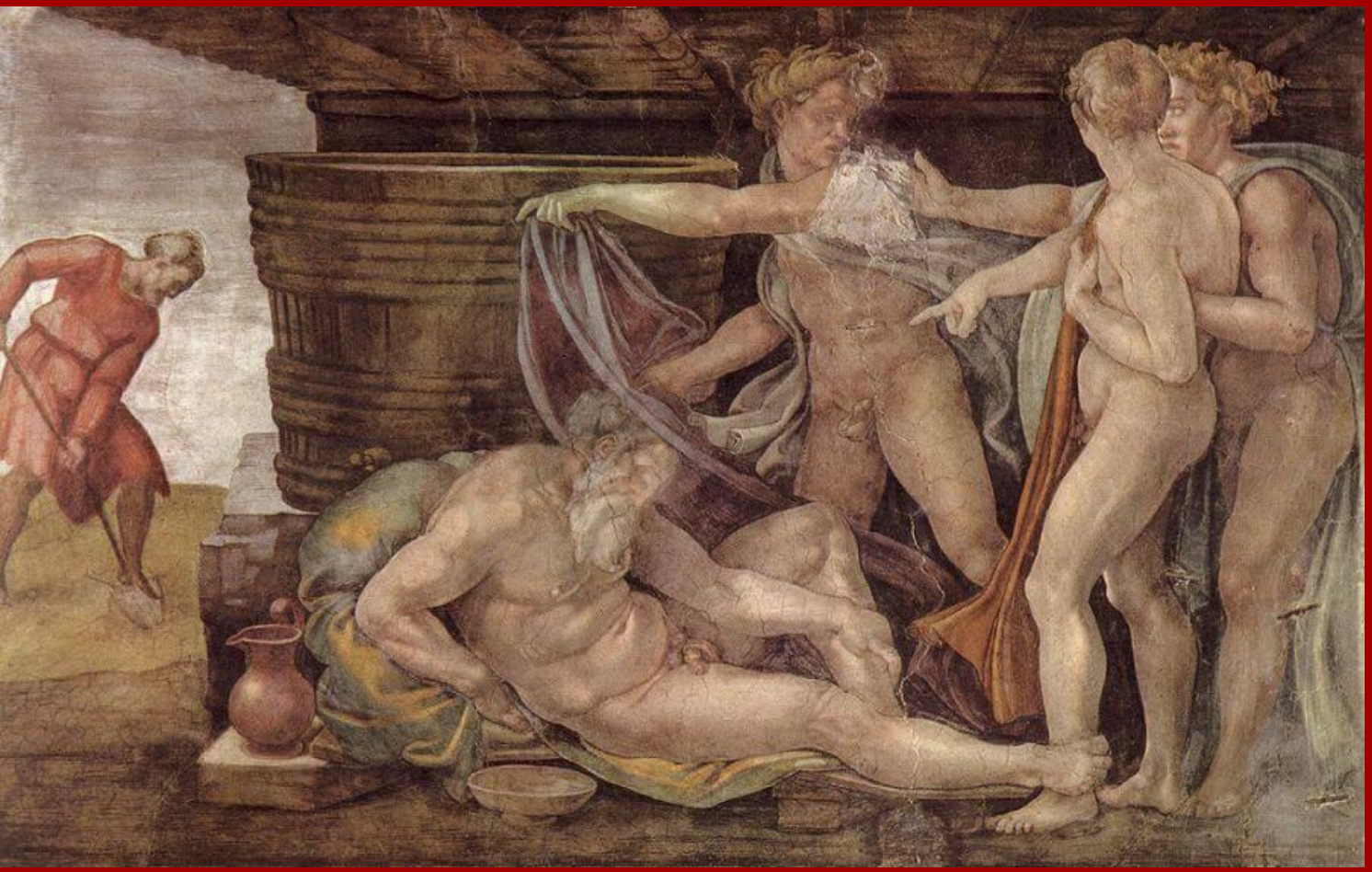
Position respective des peuples de la Terre, por el ingeniero geógrafo Louis Charles Desnos. Atlas escolar de 1786.

habitan en el mismo paralelo, y en el mismo plano del meridiano, pero con una diferencia de longitud de 180º, con lo que el polo ocuparía el punto medio del arco de meridiano que los une. Todos esos habitantes tendrían la misma temperatura y estaciones, con idéntica duración de los días y de las noches. La diferencia estriba evidentemente en la hora: cuando para unos es mediodía para otros es medianoche. Zaragoza se refirió en este apartado a los antípodas, apuntando que «en todo son opuestos, en noche y día, Invierno y Verano, Astros, Polos, día mayor y menor; y porque tienen los pies diametralmente opuestos se les llama Antípodas». Después recordó la controversia asociada a su posible existencia y como San Agustín, que no creía en ellos, defendía su postura por no haber relatos históricos que la probaran; asimismo citó la polémica suscitada, a ese propósito, entre Virgilio, un monje irlandés que llegaría a ocupar el obispado de Salzburgo, y el papa Zacarias, indicando que «el Pontífice Zacarias no condenó al Obispo Virgilio absolutamente por la sentencia de los Antípodas, sino condicionalmente, si afirmase que gozaban de otro Sol y Luna, con que ni Virgilio erró en la sentencia, ni Zacarias en la condenación». En el penúltimo de los apartados de esta proposición, mencionó Zaragoza a los tres hijos del patriarca Noé: Sem, Cam y Jafet, asociándolos a las tres partes del mundo antiguo: «No hay duda que después del universal diluvio poblaron el mundo los hijos de Noé, que fueron Sem Cam Y Jafet, y es muy probable que los Gentiles tuvieron a Noé por Saturno y a sus tres hijos Sem Cam y Jafet por Júpiter, Plutón* y Neptuno. Según Briecio a Sem le perteneció

Image du Monde. Gautier de Metz. *The Huntington Library*

*Teónimo de Hades para los griegos y Rey del inframundo para los romanos. El planeta que llevó su nombre lo descubrió el 18 de febrero de 1930 el astrónomo estadounidense Cly Tombaug.

Miguel Ángel pintó la EMBRIAGUEZ DE NOÉ en la Capilla Sixtina, concretamente en el centro de la primera bóveda. Según el Génesis: «Cam vio la desnudez de su padre y se lo contó a sus dos hermanos que estaban fuera. Entonces Sem y Jafet tomaron un manto, lo pusieron sobre sus hombros, caminaron hacia atrás y cubrieron la desnudez de su padre; como tenían el rostro vuelto, no vieron la desnudez de su padre.»



Mapa de T en O. Ilustró *La Fleur des Histoires* de Jean Mansel (ca 1459/1463).

el Asia, a Cam el África y a Jafet la Europa». Tal asociación pasó a la posteridad gracias a la impresión del mapa de T en O, con que se iluminó las etimologías de San Isidoro, en el que figuró cada nombre junto al respectivo continente; en los años siguientes fueron numerosísimas las versiones que se hicieron del citado mapa. La séptima proposición (*De los mares en común*) ofrece un interesante estudio sobre las mareas, aunque antes señalaremos que cuando

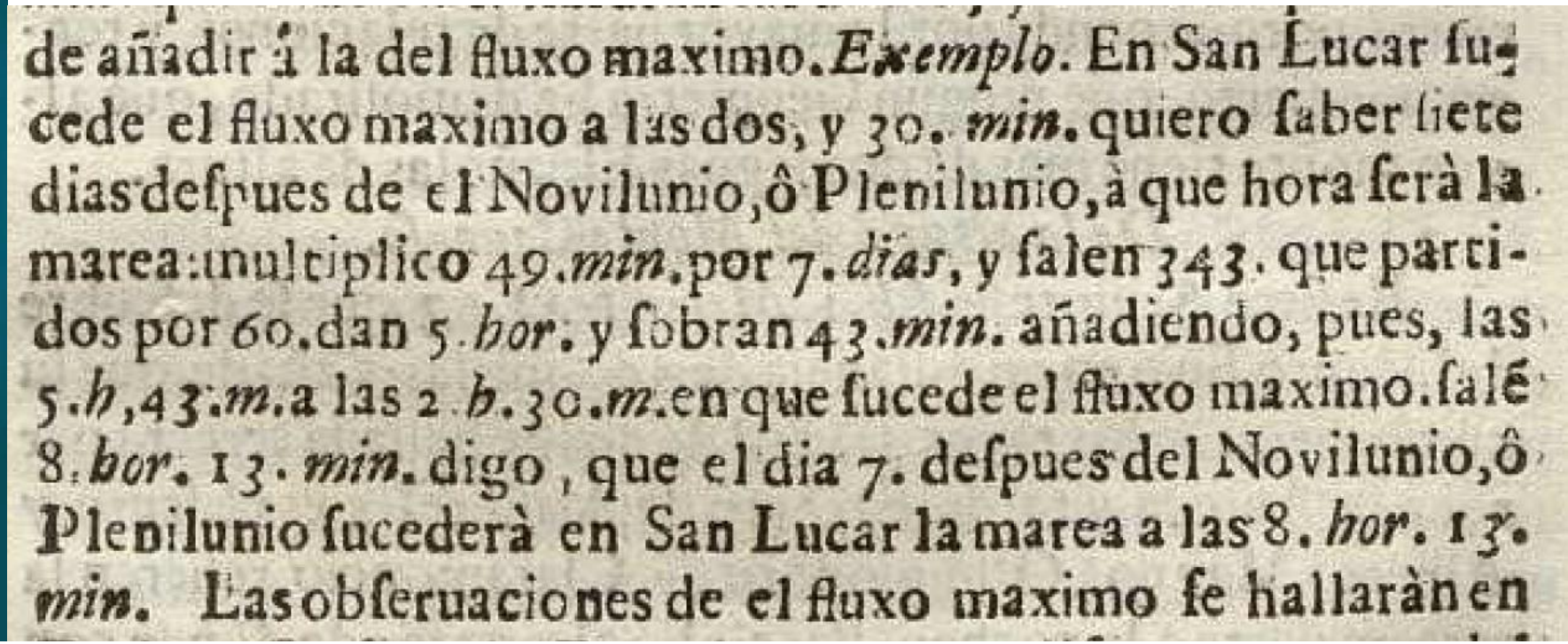
NOVUS PLANIGLOBI TERRESTRIS PER UTRUMQUE POLUM CONSPECTUS (Nueva vista del planisferio terrestre a través de ambos polos). Gerard Valck (1652-1726)

aunque antes señalaremos que cuando Zaragoza escribió su obra no había unanimidad al comparar las superficies de las masas continentales y oceánicas; así lo comentaba este: «Comúnmente se duda si el mar es mayor que la tierra en superficie y solidez. En el cap.6 del lib. 4 de Esdras, que no tiene autoridad Canónica se dice que la superficie de la tierra es seis veces mayor que la de los mares. Saliano, Alejandro Picolomini, Benedicto y otros muchos, que la tierra tiene mayor superficie. Copérnico, Fromondo y Bodino sienten lo contrario». Zaragoza tomó partido por los primeros y trató de justificarlo de esta manera: «pero atendiendo a la descripción del globo terrestre, no halla el sentido diferencia notable, y así prudentemente juzga Blancano, que son con poca diferencia iguales las dos superficies. Y porque es cierto, que todos los mares no llegan al centro de la tierra, es indubitable, que la cantidad de las aguas es menor que la de la tierra». Zaragoza dedicó a las mareas los tres apartados siguientes: *Del flujo y reflujo de los mares*, *De la causa de las mareas* y *Para hallar la hora del flujo*. Después de definir el flujo (pleamar) como un movimiento en altura «con

que el mar se hincha, levanta o entumece» y el reflujo, «movimiento contrario de profundidad, con que baja y vuelve a su primer estado», los cuantifica para diversos lugares: «porque en muchas partes del Mediterráneo no se conoce, en Venecia sube hasta seis pies, en Londres sube treinta pies y en san Malo setenta, y en otras partes más y menos». Refirió también sus efectos en los ríos, indicando que en el Tajo subía cuatro leguas y ocho en el Guadalquivir, para terminar, afirmando que «según San Agustín…los Romanos adoraban a la diosa Venilia, o Manilia, pata el flujo, y a la diosa Salacia para el reflujo». En lo referente a la causa de las mareas, recordaba Zaragoza que los estoicos suponían que el mundo tenía alma y que su respiración por las concavidades del mar causaba el flujo y el reflujo; también apuntaba que Galileo los atribuyó a los movimientos anual y diurno de la Tierra. Para añadir a continuación que «casi todos los filósofos antiguos, y modernos convienen en que la Luna causa el flujo y reflujo, aunque no en el modo. Kepler y Gilberto dan virtud magnética a la Luna para atraer las aguas. Aristóteles acude al calor. Fabio y Contareno a virtud oculta; y es fuerza confesar que lo es mientras no se declara la verdad. Pero, aunque se ignore el modo, no se debe dudar del efecto, pues la experiencia enseña que el flujo y reflujo siguen regularmente el curso lunar, de donde nace la regla siguiente». Antes de proceder al cálculo de las horas de la pleamar y bajamar, indicó Zaragoza que ambos fenómenos sucedían en los Novilunios y Plenilunios y «aunque no a un tiempo en todos los lugares, pero en una misma ribera a una hora, regularmente dura el Flujo seis horas y otras seis el reflujo, y después continua con esa alternación, y como la suma se retarda cada día en tres

Neptuno con Venilia y Salacia. Fuente de los Mares (*Place de la Concorde*). París.

cuartos, casi 49 min. de tiempo…se multiplican por 49 min. y el producto se parte por 60 min. que tiene 1 hora, saldrán las horas y minutos que se han de añadir a la del flujo máximo». Seguidamente aplicó la regla a las mareas observadas en Sanlúcar de Barrameda.



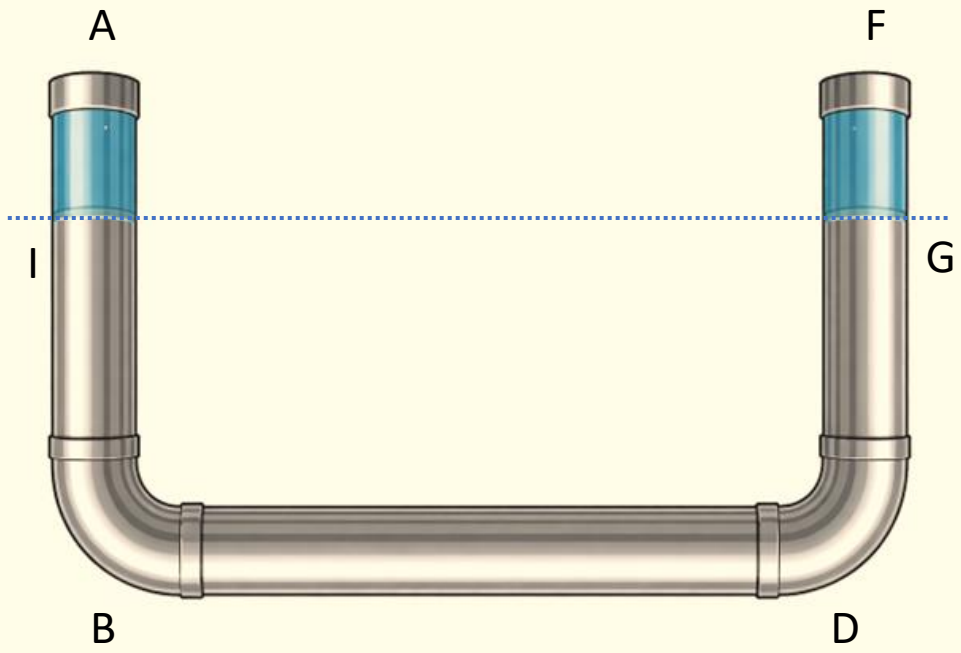
de añadir á la del fluxo maximo. *Exemplo*. En San Lucar fu-
cede el fluxo maximo a las dos, y 30. *min*. quiero ſaber ſiete
dias deſpues de el Novilunio, ô Plenilunio, à que hora ſerà la
marea: multiplico 49. *min*. por 7. *dias*, y ſalen 343. que parti-
dos por 60. dan 5. *hor*. y ſobran 43. *min*. añadiendo, pues, las
5. *h*, 43. *m*. a las 2. *h*. 30. *m*. en que ſucede el fluxo maximo. ſalé
8. *hor*. 13. *min*. digo, que el dia 7. deſpues del Novilunio, ô
Plenilunio ſucederà en San Lucar la marea a las 8. *hor*. 13.
min. Las obſeruaciones de el fluxo maximo ſe hallaràn en

Zaragoza dedicó la octava proposición a los Montes y Fuentes, de los que estudió su nivelación y origen. En primer lugar ha de subrayarse el que indicara dos posibles referencia para fijar el origen de las alturas de las montañas: alguna llanura próxima o la superficie de los mares, a las primeras las llamó respectivas y a las segundas absolutas (altitudes en la actualidad); indicando que «la absoluta excede a la respectiva tanto, cuando el llano con quien se compara, está más alto que el mar» (clara alusión a lo que ahora se conoce como corrección por esfericidad).A continuación, se refirió a las diferentes opiniones sobre las máximas alturas que podrían alcanzar las montañas,

resaltando la asignada al monte Cáucaso, distante 560 millas del Ponto Euxino (Mar Negro). Zaragoza recordó que según la Meteorología de Aristóteles «su cumbre recibe los rayos del Sol de noche hasta la tercera parte en la Aurora y tarde. El texto de Aristóteles es obscuro y Alberto Magno, Olimpiodoro Y Claromoncio refieren la tercera parte a la noche…pedro Núñez siente que es fabulosa la relación, Mazzono y Blancano tiene por increíble tanta altura. Lo cierto es que Aristóteles no examinó por si la verdad, ni tuvo relación de personas científicas, que con rigor matemático la examinasen…Pretender que se disminuyó con el tiempo, como insinúa Riccioli…es cosa de risa». Después citó otras cumbres, comentando con relación al Teide lo siguiente:« En la Isla Tenerife de las canarias, es célebre el Monte Pico, según Ramusio es como una pirámide altísima, y su cumbre que arroja siempre llamas, se descubre de setenta leguas, lo mismo afirman Snellio, Cabeo, Fournier y otros, de donde infieren su altura perpendicular de seis hasta nueve millas, y es cierto que, con la refracción, menos de dos leguas españolas de altura bastan para esta apariencia».

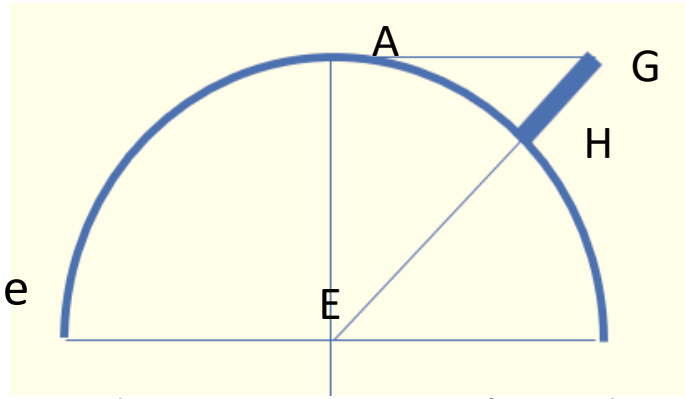
LA VOZ DE LANZAROTE. El fotógrafo lanzaroteño Gustavo Medina ha capturado de nuevo una imagen del pico más alto de España, El Teide, visto desde Lanzarote. A unos 300 kilómetros de distancia en línea recta, el artista ha usado el Monumento Natural de Los Ajaches, en Playa Blanca, para sacar una secuencia de imágenes de la puesta de la Luna con el Teide a la derecha.

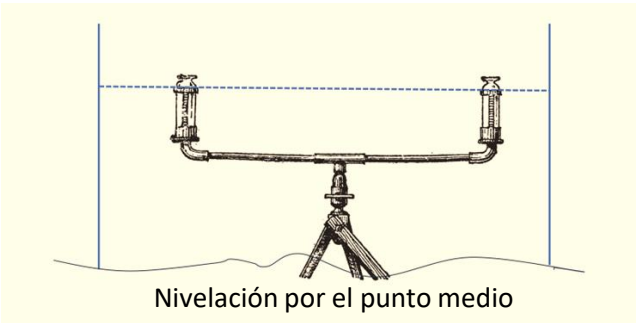
También es digno de ser reseñado el apartado que dedicó Zaragoza a la nivelación de las aguas, sobre todo por las instrucciones que dio para construir un nivel con el que



Diseño del nivel de agua propuesto por Zaragoza, obtenido con Inteligencia Artificial

hacerla. Helas aquí: «La mesma agua da su mejor nivel, sea BD, un caño de cobre, o estaño, su longitud 6, 12, 18 o 24 pies; cuanto más largo, es más seguro; y ajústense dos caños de vidrio BA, DF, de un pie, o medio; asegúrese BD sobre un madero cuadrado, que AB, DF sean sus perpendiculares. Póngase el agua por A, o F, y ella se equilibrará en I, G … y mirando por las dos superficies I, G, tendremos la visual paralela al Horizonte, que da la nivelación: el continuar las nivelaciones, es fácil; pero no de este lugar». Acto seguido, Zaragoza se refirió otra vez a la corrección por esfericidad, cuando añadió: «Solo advierto, que si en la figura, el agua de G se ha de llevar hasta A, y puesto el nivel en A da la visual AG, que descubre el origen de la fuente, sin otra nivelación se puede concluir, que correrá el agua de G hasta A, porque G está mas alto que A; y es engaño de muchos creer que A y G tienen una mesma altura, porque están en la visual del nivel: por eso es mas seguro, que las nivelaciones sean cortas, y dar principio a ellas desde el puesto a donde ha de parar el agua».

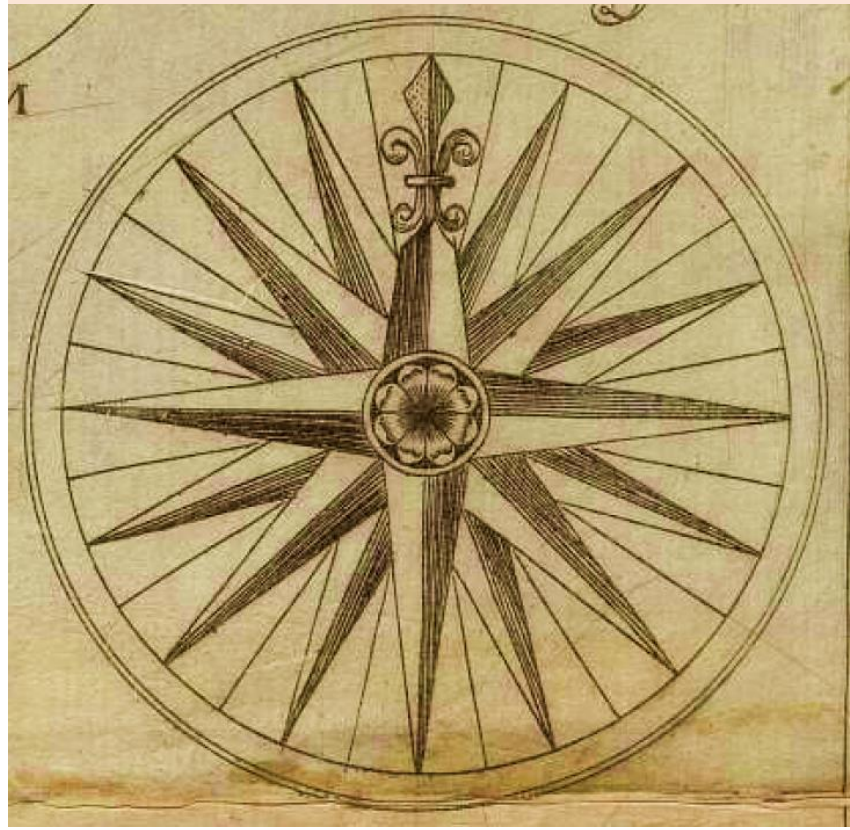




Nivelación por el punto medio

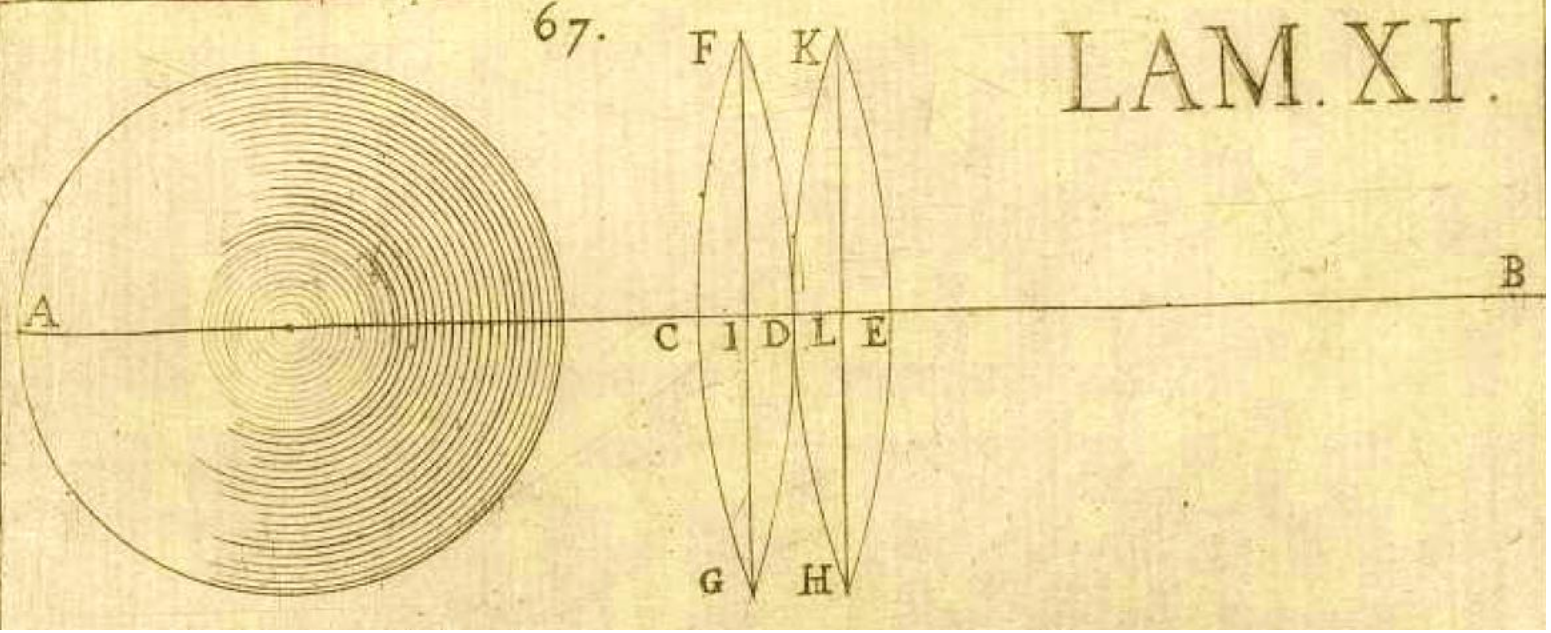
La parte dedicada a la variación de la aguja es mucho más interesante, por la reflexión con que la encabezó Zaragoza a propósito de la idea de establecer un paralelismo entre ella y la diferencia de longitudes: «La experiencia ha manifestado, que Jas agujas de marear no miran siempre directamente al Norte; algunas veces declinan hacia el Levante, otras al Poniente; y son pocos los lugares donde no padece alguna declinación. Si esta observara alguna regla, o proporción determinada, según la diferencia de meridianos, fuera de suma importancia para determinar la diferencia de longitud entre dos lugares; pero es la variación tan inconstante, y tan irregular, que apenas es de provecho para este fin, por ser mayor el daño que hace en la determinación del Rumbo». Acto seguido cometió Zaragoza la equivocación de desmentir la

La flor de lis en la Rosa de los vientos. Ilustración de la IX Proposición del Libro III: *De la Esphera Terráquea* .



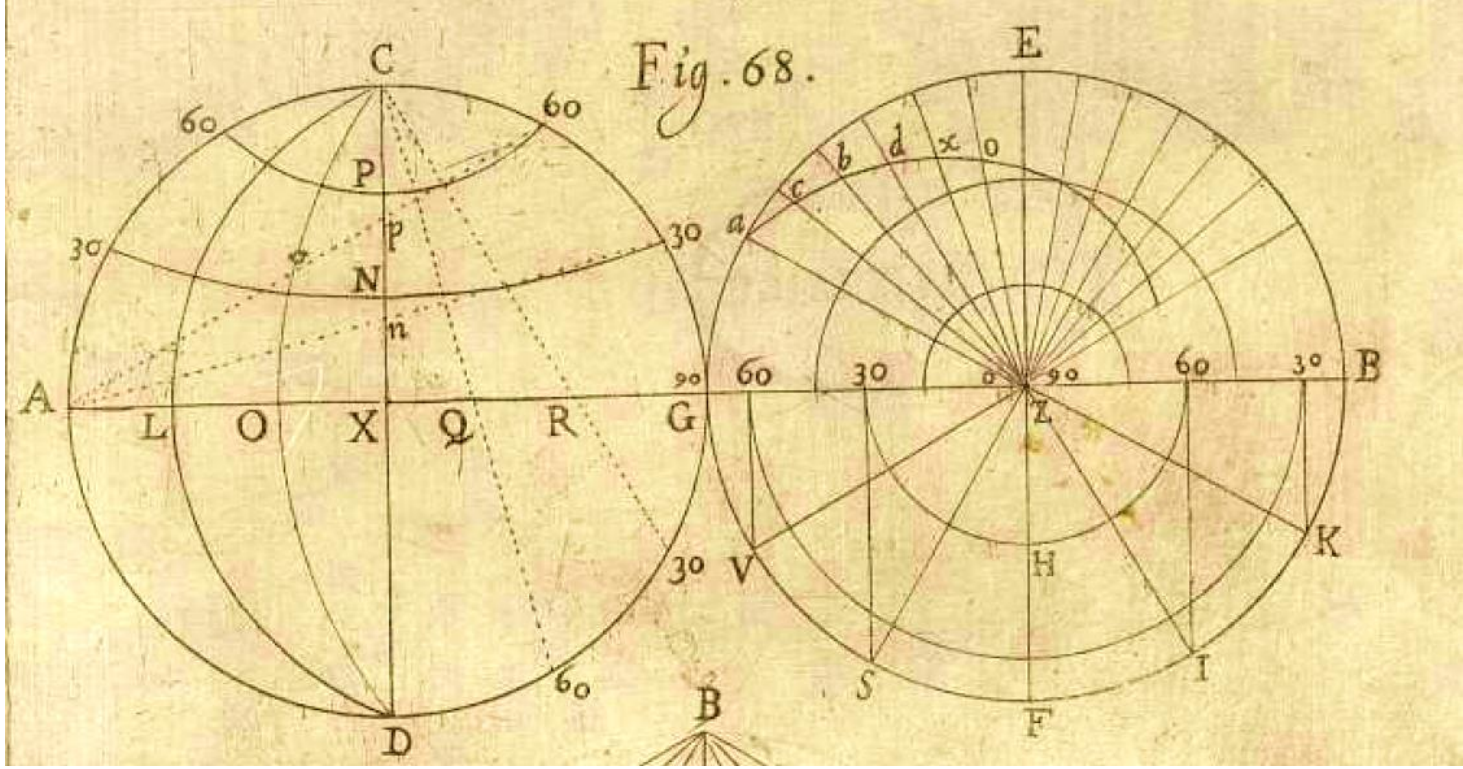
Brújula holandesa del siglo XVII, con reloj de Sol incorporado

la posibilidad de que la declinación variase con el tiempo: «Muchos sienten, que en un mesmo lugar se muda con el tiempo la declinación, pero esto no es cierto, porque se puede atribuir al defecto de las agujas y observaciones…Atribuyen algunos esta declinación , y Nordestear de la aguja a ciertos montes de Piedra Imán, vecinos al polo, otros a los Astros con poca probabilidad. Gilberto, Cabeo, y Leotaud acuden al magnetismo de la tierra, y es muy probable; pero mas conforme a las experiencias que los minerales ocultos de Imán, y hierro causan la declinación tan irregular, pues de un barrio a otro, en la cumbre, y falda de un monte, en lo interior, y boca de una cueva se halla tal vez diferencia».



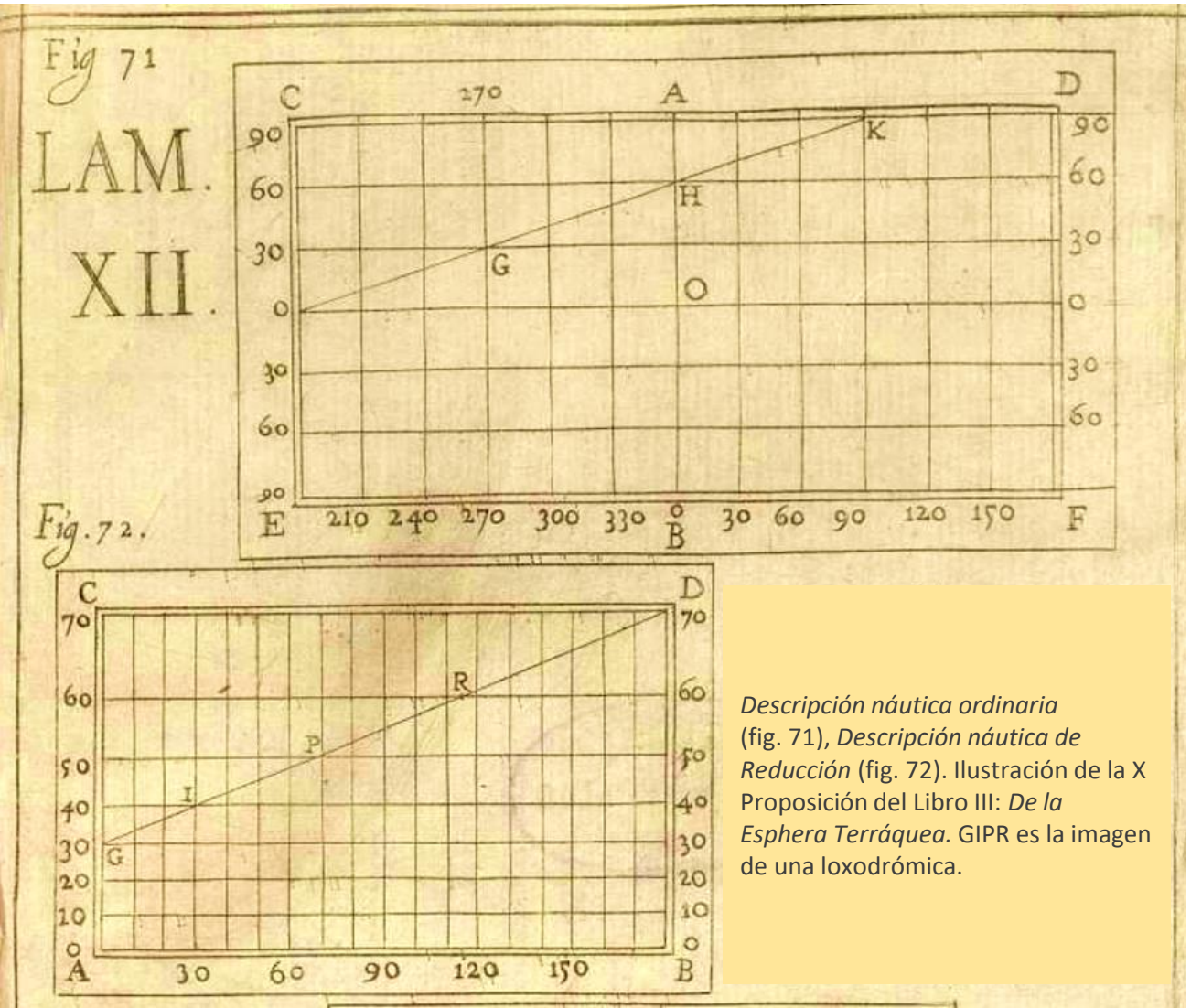
La décima proposición, sobre la representación plana de la esfera terrestre, fue una buena lección de cartografía, en la que Zaragoza dividió los mapas en universales (mapamundis) y en particulares. El primer apartado se dedicó al globo terráqueo, explicando la construcción de los husos. Zaragoza supuso que tendrían una amplitud de 30º, de modo que resultarían 12. Como línea de partida usó el desarrollo perimetral del ecuador (la equinoccial), dividiéndolo en doce partes iguales, para trazar luego por el centro de cada una de ellas sendas rectas perpendiculares, marcando a uno y otro lado el extremo de un segmento tres veces mayor al tramo de la equinoccial, para alcanzar así los dos polos terrestres: «En la fig. 67 sea AB la Equinoccial, que se da, o elige para la construcción. Divídase en 12. partes iguales CD, DE, &c. y cada una en 30 que serán 360 gr. por los medios I, L, &c. sean perpendiculares FIG, KLH, &c. IF, &c. tripla de CD, esto es cada una de 90 gr.…La misma operación se continúa hasta tener 12. segmentos como FCGDF. Dividida IF en 9 partes, o en 90, tomando por centro a F se describirán los paralelos, y así en todos los segmentos…Cortado lo superfluo FDK. se ajustará la equinoccial AB sobre la del globo, y los puntos FK y GH &c. en los polos. Quien dividiere primero la Equinoccial del globo en 12 o en 18 partes, conforme el papel, si por los polos, y divisiones describe círculos máximos, ajustará los segmentos del papel sin errar». A continuación, explicó Zaragoza como deberían obtenerse las representaciones planas del mundo, mostrando los dos hemisferios, formándolas de manera que el plano del mapa coincidiese con uno cualquiera de los meridianos terrestres. Una vez trazada la correspondiente circunferencia, se trazarían dos rectas perpendiculares

por su centro, dividiendo los cuartos de los diámetros, así hallados, en tres partes iguales; para facilitar el trazado de las imágenes de meridianos y paralelos. He aquí la explicación de Zaragoza: «En la fig. 68, AG representa la Equinoccial, y C, D, los polos del mundo; divídase XA en 3 partes iguales: y también los cuadrantes AC, CG, &c. y cada una en 30 gr. iguales, por las divisiones L, O, &c. y por los polos C, D, se describen los círculos de longitud CLD &c. También XC se divide en 3 iguales, y cada una en 30 y por los puntos N, P, y los correspondientes



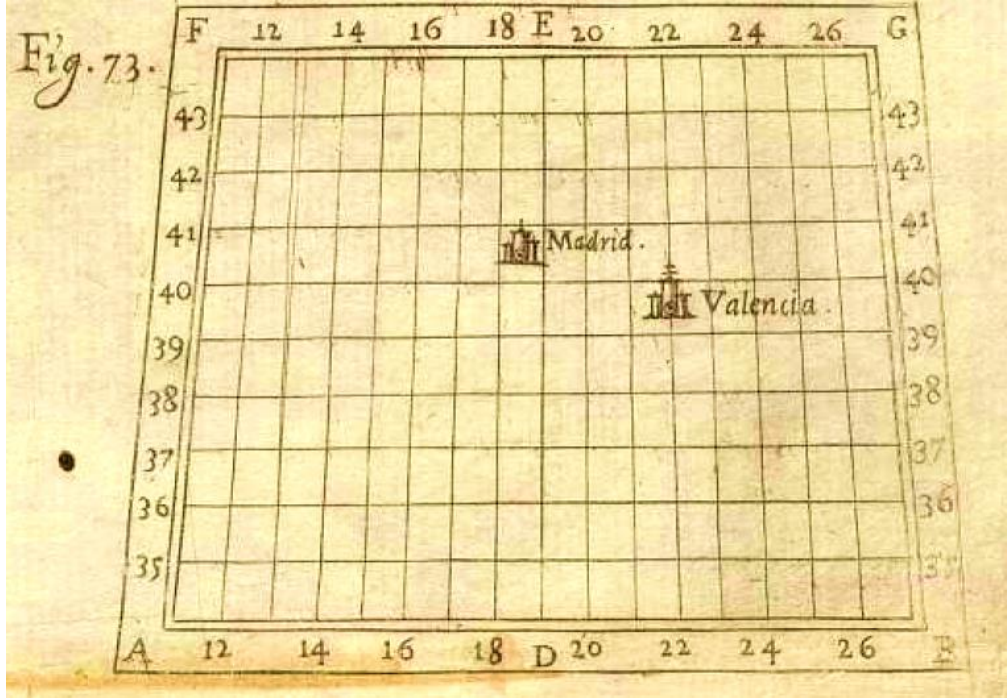
30, 30, y 60, 60, se describen los paralelos. Lo mismo se debe hacer en el círculo GEBF. En el de mano derecha se describen la Europa, Asia, y África, por las longitudes y latitudes … y en el de mano izquierda la América Boreal, y Austral». Zaragoza completó su descripción refiriéndose a la formación del resto del mapa: «De otra suerte, desde el polo C, por todos los grados del semicírculo GDA, se trazan rectas ocultas, que cortan la equinoccial GA en R, Q, &c. por estos puntos, y los polos C, D, se describen los círculos de longitud. Para los paralelos de latitud, del punto A, se tiran rectas ocultas, que corten al diámetro C D, en p, n, &c. por estos puntos, y los grados sus correspondientes 30, 30, y 60, 60, se describen los paralelos. Lo mismo se debe hacer en el segundo circulo, y se describen los lugares como antes». Otro de los sistemas cartográficos comentados por Zaragoza fue el que llamó *Descripción polar*, apoyándose para ello en el segundo círculo de figura anterior, cuyo centro es el punto Z: «Supóngase el polo del del mundo Z, en el centro del circulo GEBF, que representa la Equinoccial. Esta se divide en 360 gr. y por todos se tiran

rectas del polo Z. que representan los círculos de longitud. Dividese el semidiámetro ZE, en 3 partes, y cada una en 30, que serán 90 gr. y del polo Z. se describen los paralelos, como se ve en el semicírculo GEB. lo mismo debe ser del otro GFB, y del otro circulo ACGD. El primer meridiano es ZGX, describense las Ciudades por su Longitud, y Latitud, &c. También se puede dividir el Radio ZE en partes desiguales, como XG. en Q.R. &c. y por las divisiones tirar los paralelos a la Equinoccial». Zaragoza refirió también el procedimiento a seguir para formar cartas náuticas con paralelos y meridianos equidistantes y mutuamente perpendiculares, señalando su principal inconveniente. El hecho de que la imagen de los polos en lugar de ser puntual es rectilínea, «este modo tiene una grande impropiedad, que representa las tierras, y mares vecinos al polo, mucho mayores de lo que son». Un defecto igualmente achacable al otro sistema cartográfico que presenta, en el apartado titulado *Descripción náutica de Reducción*; llamando poderosamente la atención que no citase el nombre de Mercator ni su principal ventaja, el hecho de que las imágenes de las líneas de igual rumbo sean representadas por líneas rectas (al tratarse de un sistema conforme). La novedad cartográfica fundamental que aportó zaragoza fue su intento de formar un Mapa de España, a la que supuso comprendida entre los paralelos de latitud 34º y 44º, y



Descripción náutica ordinaria (fig. 71), *Descripción náutica de Reducción* (fig. 72). Ilustración de la X Proposición del Libro III: *De la Esphera Terráquea.* GIPR es la imagen de una loxodrómica.

los meridianos de longitud 11º y 27º al Este del meridiano de Canarias. La construcción del mapa se inicia trazando dos rectas perpendiculares: AB (imagen del paralelo inferior) y DF (imagen del meridiano de su punto medio), el punto E, del paralelo 44º, se obtiene llevando 10 partes iguales, desde D hacia el norte. Acto seguido se calcularán las dimensiones de los lados AB y FG, a partir de la tabla adjunta (ambos valores serían igual al producto de la diferencia de longitudes, en radianes, y del coseno de la latitud correspondiente); una vez obtenidas se llevaría la mitad de cada valor a los dos lados de: primero D y después E, fijando así la posición de los cuatro vértices del trapecio ABFG. Los radios de los dos paralelos fueron de 831 lenguas, el de 34º, y de 721 leguas el de 44º, la red de meridianos y paralelos es evidente, si se tienen presentes las diferencias de latitudes y la de longitudes. La localización sobre el mapa de los diferentes lugares no ofreció dificultad, una vez sabidas las coordenadas geográficas de los mismos. Así lo explicaba Zaragoza para situar Madrid y Valencia, las dos ciudades en las que enseñó: «Hallase que Madrid tiene 40 *grad*. 26 *min*. de latitud: y se buscan en la línea AB la longitud de Madrid, es 18.20 y se hallan en la línea FE, bajando pues hasta encontrar el paralelo 40.26, se colocará Madrid: para acertar el punto, es mejor tirar líneas secretas: de la misma suerte se colocará Valencia en 39.34 de latitud y 22 de longitud, &c. para los Ríos,

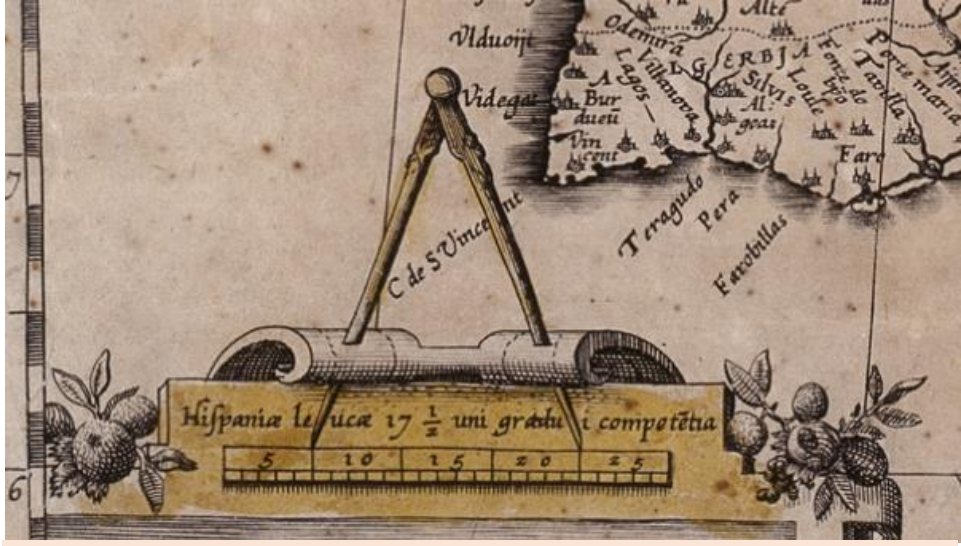


9 TABLA DE LOS PARALELOS DE Latitud.

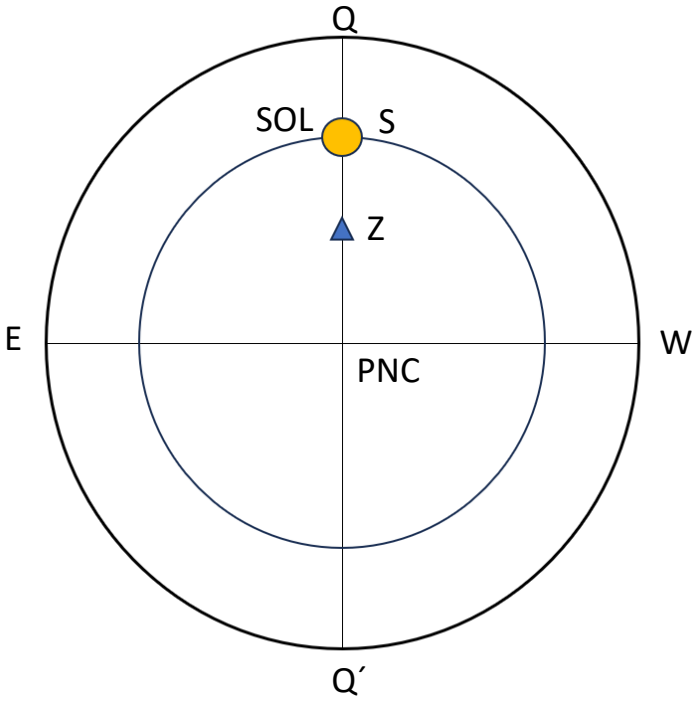
Gra dos	Radios. leguas, mill.	gra dos	Radios. legua. mill.	gra dos	Radios. lega. mill
0.	1003. 000.	30.	868. 623.	60.	501. 500.
1.	1002. 847.	31.	859. 739.	61.	486. 150.
2.	1002. 384.	32.	850. 592.	62	470. 880
3.	1001. 625.	33.	841. 186.	63.	4 5. 445
4.	1000. 556	34	831. 524.	64	439. 685.
5.	999. 183.	35.	821. 609.	65.	423. 886.
6.	997. 505.	36.	811. 444.	66.	403. 956
7.	995. 524	37	801. 031.	67.	391. 903
8.	993. 239.	38.	790. 375.	68.	375. 73
9.	990. 651.	39.	779. 477.	69.	359. 412.
10.	997. 762.	40.	768. 341.	70.	343. 040.
11.	984. 572.	41.	756. 974	71.	326. 537.
12.	981. 082.	42.	45. 374.	72.	309. 872.
13.	977. 293.	43.	733. 565.	73.	293. 259.
14.	973. 168.	44.	721. 498.	74.	276. 464.
15.	968. 969.	45	709. 228.	75.	259. 595
16.	964. 144.	46	696. 742.	76.	242. 647.
17.	959. 173.	47.	684. 044.	77.	225. 626.
18.	953. 909.	48	671. 138.	78	208. 536.
19.	948. 355.	49.	658. 027.	79	191. 382.
20.	942. 511.	50	644. 716.	80.	174. 169.
21.	936. 381.	51.	631. 708.	81.	156 903.
22.	929. 967	52	617. 508.	82.	139. 591.
23.	923. 257.	53	603. 282.	83	122. 224.
24.	916. 308	54	589. 548.	84.	104. 840.
25.	909. 027	55	575. 297.	85	87, 418.
26.	901. 490	56	560. 870.	86.	69. 901.
27.	893. 678.	57	546. 285.	87	52. 496.
28.	885. 596.	58	531. 508.	88	35. 004.
29.	877. 264.	59	515. 595	89	17. 504.
30.	868. 623	60.	501. 500.	90	0 0000.

Tabla con los radios de los paralelos de la Tierra, incluida por Zaragoza en la Proposición IV del del Libro III: *De la Esphera Terráquea.*

y orillas Marítimas, se toman la longitud y latitud de sus vueltas más principales: los montes son como las Ciudades, o como los Ríos si se dilatan mucho». Zaragoza enseñó al final la manera de dibujar la escala gráfica del mapa: «para formarla Escala, o tronco de las leguas, cada 10 gr. del Meridiano medio DE hacen 175 leguas Españolas, 200 Francesas, 150 Alemanas, tomando pues en una línea aparte 10 gr. De ED, se dividirá en 175 partes y quedará hecha la Escala…La distancia de los lugares en una misma carta se halla fácilmente por la escala, advirtiendo que ordinariamente se ha de añadir una sexta parte a la distancia hallada, por la oblicuidad de los caminos». En la proposición XI, *De la Navegación de los Mares*, se trata fundamentalmente del posicionamiento del barco, esto es: del cálculo de su latitud y longitud. Identificada la primera de las coordenadas con la altura del polo, bastaría con observar el Sol, o una determinada estrella, en su culminación superior; puesto que en tal instante la relación entre la latitud (coincidente también con la distancia angular del cenit al ecuador, medida sobre el meridiano del lugar), la declinación del Sol (o de la estrella) y su altura sobre el horizonte es lineal. Zaragoza detalla en su explicación las distintas posibilidades , dependiendo de la posición del astro con relación al cenit y a los polos. Mucho más complicada resultaba, en aquella época, la determinación de la longitud, un problema secular que no sería resuelto hasta la segunda mitad del siglo siguiente. Zaragoza resumió,



NOVA REGNI HISPANIAE DESCRIPTIO DEE NOVO MULTIS IN LOCIS AUCTA ET EMENDATA. G. Janssonius. *Anno* 1605.



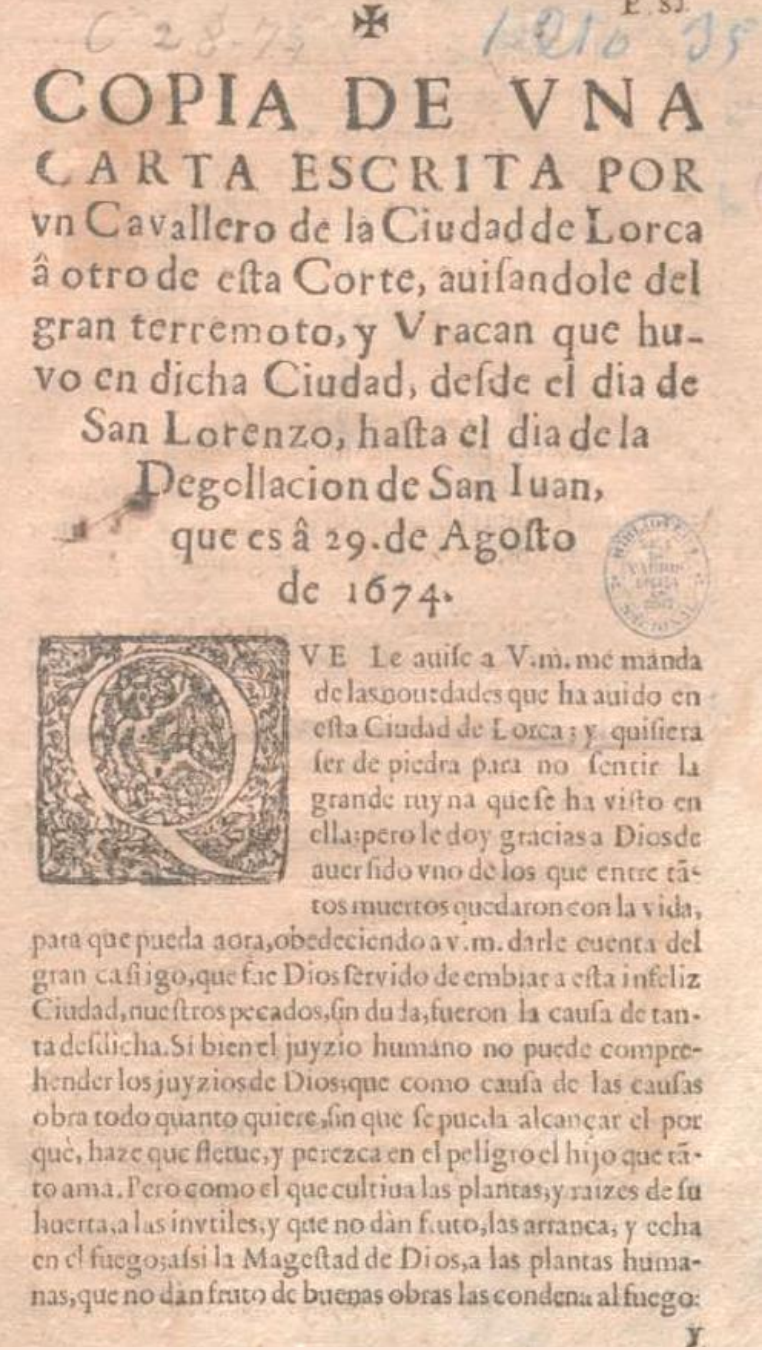
Proyección ortográfica de la Esfera Celeste sobre el Ecuador. PNC es el Polo Norte Celeste. E es el Este, W el Oeste y Z el cenit del lugar. El Sol está en su culminación superior. QQ´es el meridiano del lugar. QS (δ) es la declinación del Sol, ZS (ζ) es su distancia cenital) y ZQ (φ) la latitud. Como ZQ = ZS + SQ, es evidente que $\varphi = \zeta + \delta$

con su natural misticismo, el estado de la cuestión, al afirmar: «Este es el punto celebre que Dios puso por termino del ingenio humano para su humillación, como las arenas del mar. Todos los Príncipes de la Europa ofrecen premios considerables a su inventor: y aunque muchos llegaron a pedirlo, es cierto, que nadie hasta hoy le ha merecido». Seguidamente resumió los diferentes procedimientos que se venían usando hasta entonces para ese propósito: *el cronométrico* («el modo más fácil y llano, que se ofrece también a los que solo tienen una simple, y menos mediana noticia, es el de los relojes, y medida del tiempo»), *el de las Mediceas* («Las Mediceas, o satélites de Júpiter, padecen sus eclipses…por ellos intentó Galileo determinar la diferencia de longitud y el año 1631 propuso este modo al Rey de España, y también a las Provincias unidas, pero no pudo admitirse»), *por la Luna* («este modo encierra muchas, por la gran variedad de la Luna. El común es por los

I.A.

El Eclipse lunar de 1504. Con su anuncio, Colón logró engañar a los nativos de Jamaica y mediante él consiguió hallar un valor aproximado de la longitud de la isla.

Eclipses, pero son pocos. Langreo y Hevelio, se valieron de las manchas y montes de la Luna. Orosio se vale de las Tablas Astronómicas, y la Luna en el meridiano…pero como…no son ciertas, todos los modos , que en ellas se fundan tienen poca seguridad»), *por la variación de la aguja* (« Si en cada meridiano tuviera la Aguja diferente declinación, es cierto que por ella se podría determinar el meridiano de cada lugar…



COPIA DE VNA
CARTA ESCRITA POR
vn Cavallero de la Ciudad de Lorca
â otro de esta Corte, auisandole del
gran terremoto, y Vracan que hu-
vo en dicha Ciudad, desde el dia de
San Lorenzo, hasta el dia de la
Degollacion de San Iuan,
que es â 29. de Agosto
de 1674.

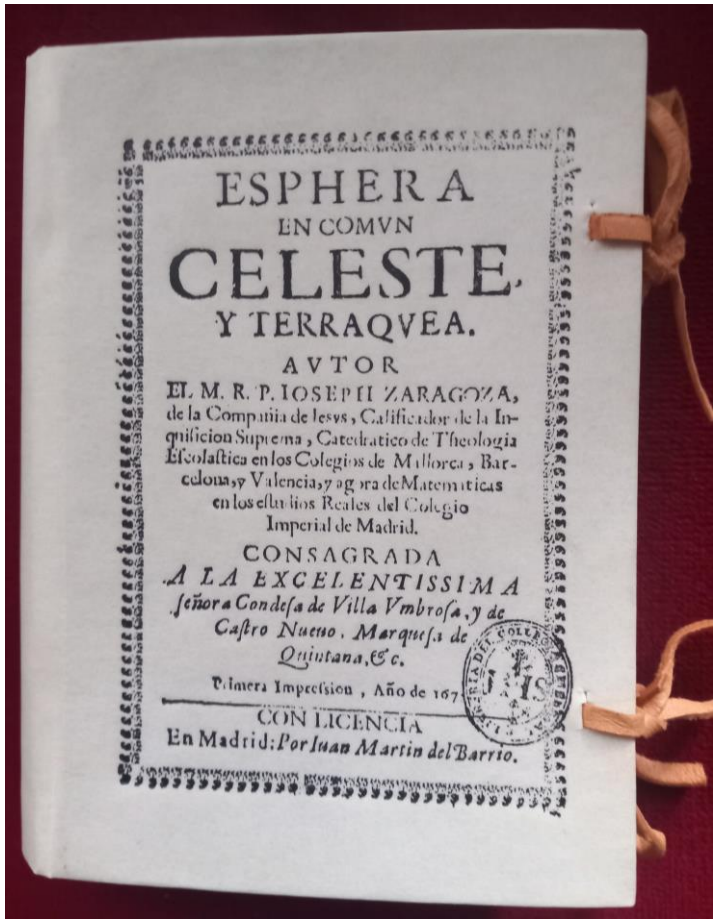
QVE Le auiso a V.m. me manda de las novedades que ha auido en esta Ciudad de Lorca; y quisiera ser de piedra para no sentir la grande ruyna que se ha visto en ella; pero le doy gracias a Dios de auer sido vno de los que entre tã-tos muertos quedaron con la vida, para que pueda aora, obedeciendo a v.m. darle cuenta del gran castigo, que fue Dios servido de embiar a esta infeliz Ciudad, nuestros pecados, sin duda, fueron la causa de tan-ta desdicha. Si bien el juyzio humano no puede compre-hender los juyzios de Dios; que como causa de las causas obra todo quanto quiere, sin que se pueda alcançar el por què, haze que muera, y perezca en el peligro el hijo que tã-to ama. Pero como el que cultiua las plantas, y raizes de su huerta, a las invtiles, y que no dàn fruto, las arranca, y echa en el fuego; assi la Magestad de Dios, a las plantas huma-nas, que no dàn fruto de buenas obras las condena al fuego: y

Tan curioso documento sismológico se custodia en la Biblioteca Nacional de España.

Cristóbal Burro*, le propuso a Felipe IV con esperanza de premio, y en nuestros días Don Alonso de Fonseca, ha gozado por muchos años 300 ducados de renta, sin llegar a proponer su método, que suponía la aguja fija en los cuatro cuadrantes»). No puede concluirse la reseña sobre la navegación sin comentar que Zaragoza estaba al tanto de que la imagen cartográfica de las líneas de igual rumbo, espirales en la esfera, eran rectas en las cartas de reducción, lo que sorprende un tanto es que no emplease el término loxodrómica, que había sido acuñado por el holandés Willebrord Snel van Royen (Snellius) en el año 1624. la última proposición, número XII, de este tercer libro de Zaragoza, trató del *Mundo Subterráneo*, remitiendo el autor a la obra homónima de A. Kircher (*Mundus Subterraneus*.1665). De ella, vale la pena recordar el resumen que hizo nuestro protagonista sobre los terremotos, «nada causa mayor horror a los hombres que el temblor de Tierra, ¿porque si los fundamentos tiemblan, qué seguridad tendrá el edificio?». Zaragoza rechazó la creencia de los antiguos, los cuales atribuían los temblores a sus dioses, aunque después afirmase, «parece más conforme a la Filosofía Cristiana, que muchas veces el terremoto es efecto natural, y otras lo causa Dios, o permite al demonio para castigo del hombre. El fuego subterráneo, y el aire encerrado, que con el calor se hace raro, dilata y busca salida, son la causa de los naturales». Después de comentar que el terremoto de 1764, duró varios días y arruinó la ciudad de Lorca, refirió varios fenómenos premonitorios: 1) Si el agua de los pozos se enturbia de repente, y

*Cristoforo Borri (1583-1632), astrónomo y matemático jesuita, también conocido como Cristoforo Bruno, cambió su apellido por su parecido con las palabras burro y borra (escoria). Fue profesor de Astronomía y Matemáticas en la Universidad de Coímbra.

calienta; y más si sale con mal olor y gusto de azufre, y otros minerales; 2) Si los ratones salen despavoridos, y turbados, porque sienten algún ruido interior; 3) Si las aves, especialmente domésticas, huyen a los montes, y revoloteando, dan a entender que en ninguna parte aseguran los pies; 4) Si se oye ruido en el interior de la Tierra, que son como truenos, que allá suceden como en las nubes, de que hay varias experiencias». El tratado sobre las esferas: celeste y terrestre, termina con una crítica expresa al *Mundus Subterraneus*: « El Padre Kircher, añade una Historia de hombres subterráneos, sacada de Guillermo Nebrisense (*de Newbury*), más extraña que la de las Batuecas. Otras muchas curiosidades se pueden ver en los referidos Autores, que dejo por juzgarlas ajenas de mi asunto».


ESPHERA
EN COMVN
CELESTE,
Y TERRAQVEA.
AVTOR
EL M. R. P. IOSEPH ZARAGOZA,
de la Compañia de Iesvs, Calificador de la Inquisicion Suprema, Catedratico de Theologia Escolastica en los Colegios de Mallorca, Barcelona, y Valencia, y agora de Matematicas en los estudios Reales del Colegio Imperial de Madrid.
CONSAGRADA
A LA EXCELENTISSIMA
Señora Condesa de Villa Vmbrosa, y de Castro Nuevo, Marquesa de Quintana, &c.
Primera Impression, Año de 167
CON LICENCIA
En Madrid: Por Iuan Martin del Barrio.

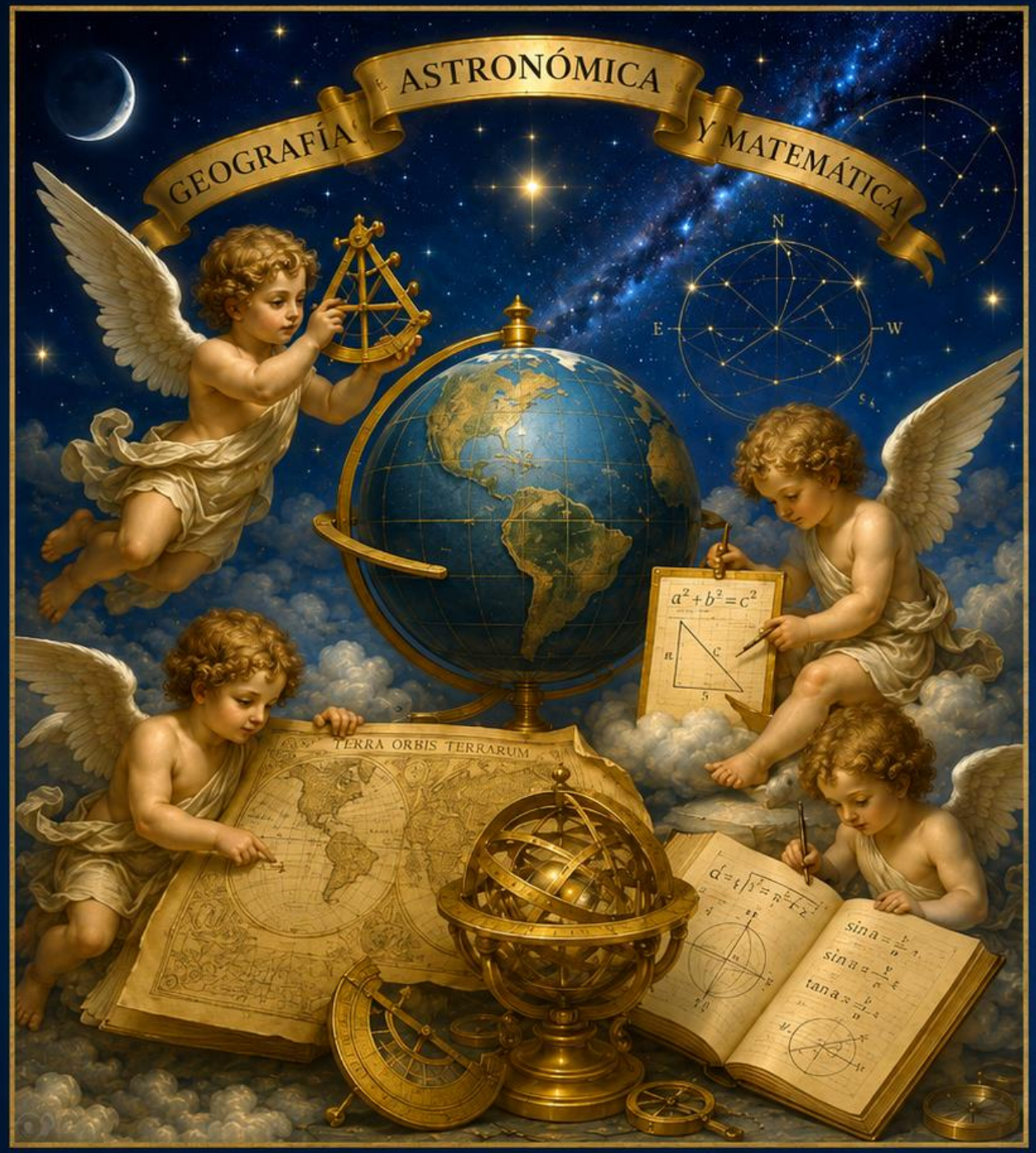
Edición facsímil de la ESPHERA EN COMÚN, CELESTE Y TERRÁQUEA.
P. José Zaragoza S. J

ESCUELA TÉCNICA DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA.

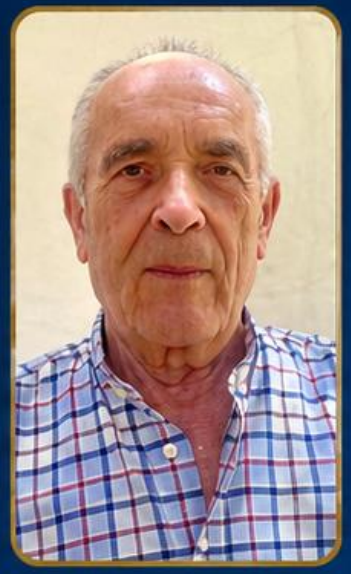
REAL SOCIEDAD GEOGRÁFICA.

Año 2006.

La edición facsímil incorporó, a modo de presentación, un interesante artículo titulado *El P. José Zaragoza y su obra*, del que fue autor Agustín Udías Vallina S.J.



MARIO RUIZ MORALES



nació en Moraleda de Zafayona, provincia de Granada, el 7 de marzo de 1946. Es Perito Topógrafo, Ingeniero en Geodesia y Cartografía, Licenciado y Doctor en Ciencias Exactas, e Ingeniero Geógrafo. Es autor de numerosos libros y artículos sobre Geografía Matemática, su principal línea de investigación.

Fue Profesor de la Universidad de Granada, en la que impartió clases de Geometría diferencial (Facultad de Ciencias. Sección de Matemáticas), así como de Astronomía, Geodesia y Cartografía (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).

Durante más de veinticinco años fue Director del Instituto Geográfico en Andalucía Oriental. Fue también Delegado del Instituto de Radioastronomía Milimétrica, del que depende el Radiotelescopio IRAM-IGN situado en la Loma de Dílar (Sierra Nevada).

En sus diez últimos años como funcionario del Estado (2003-2013) representó en Granada al Centro Nacional de Información Geográfica. Fue Premio Nacional fin de Carrera. Es miembro de la Real Sociedad Geográfica y de la Orden Civil de Alfonso X el Sabio.